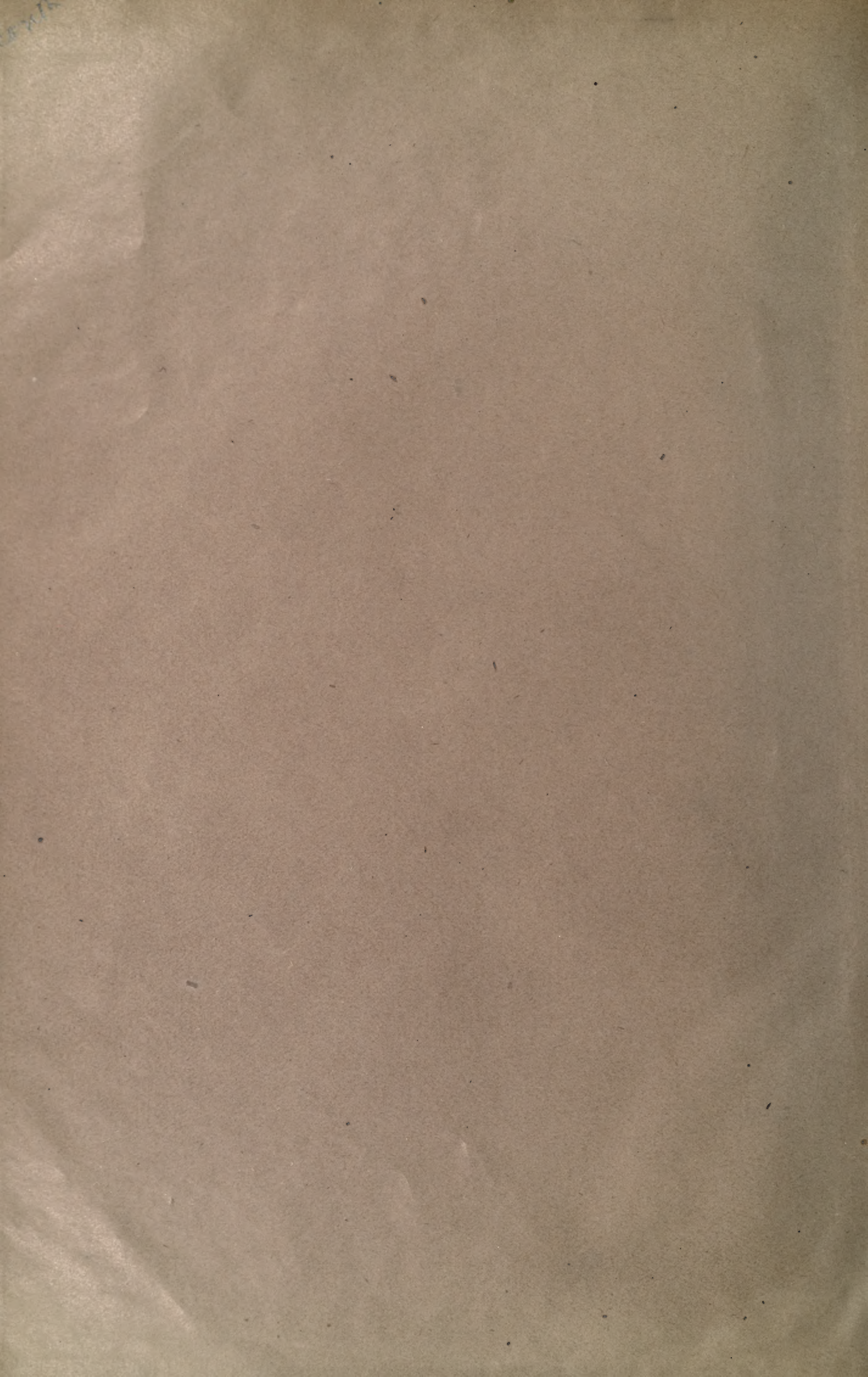


HANDBUCH DER PFLANZEN-KRANKHEITEN

VIERTE AUFLAGE

BAND III



Handbuch

der

Pflanzenkrankheiten

Begründet von

Paul Sorauer.

Vierte, vollständig neubearbeitete Auflage

herausgegeben von

Prof. Dr. Paul Graebner,
Kustos am botanischen Garten,
Dozent a. d. Universität u. d. Höh. Gärtner-
lehranstalt in Berlin,

Prof. Dr. G. Lindau,
Kustos am botanischen Museum,
a. o. Professor der Botanik an der Universität
Berlin,

und

Prof. Dr. L. Reh,
Abteilungs-Vorstand am Naturhistorischen Museum zu Hamburg.



BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1923.

Handbuch
der
Pflanzenkrankheiten

Begründet von

Paul Sorauer.

Dritter Band.

Die pflanzlichen Parasiten.

Zweiter Teil.

Unter Mitwirkung von

Dr. E. Köhler, Regierungsrat **Dr. R. Laubert, Dr. W. Wollenweber,** und **Dr. H. Zillig**

herausgegeben von

Professor **Dr. G. Lindau,**

Kustos am botan. Museum und a. o. Professor der Botanik an der Universität Berlin.



Mit 55 Textabbildungen.

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1923.

Altenburg, S.-A.
Piererssche Hofbuchdruckere
Stephan Geibel & Co.

Inhalt.

Seite

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Dritter Abschnitt.

Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Die pflanzlichen Parasiten.

Zweiter Teil.

Drittes Kapitel.

Eumycetes (Fadenpilze).

(Fortsetzung.)

D. Basidiomycetes.

Von G. Lindau.

Wir wenden uns jetzt der zweiten Hauptreihe der Mycomyceten zu, die man als Basidiomycetes im weitesten Sinne zusammenfaßt. Wie die Ascomyceten durch den Besitz des Ascus ausgezeichnet sind, so charakterisiert die Basidiomyceten die Basidie. Die Basidie ist phylogenetisch aus dem unregelmäßigen Konidienträger abzuleiten, wie in Bd. I, S. 128 auseinandergesetzt wurde, und stellt sich dem Ascus als gleichwertiges regelmäßiges Gebilde zur Seite (vgl. dazu die Definition in Bd. I, S. 128 und die Abbildungen von Fig. 14). Die Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Basidie übertrifft diejenige des Ascus ganz bedeutend, denn der Konidienträger besitzt unendlich viel mehr Ausbildungsmöglichkeiten als das Sporangium. Nehmen wir noch die höchst verschiedenartige Ausbildung des Hymeniums hinzu, so erhalten wir einen so großen Formenreichtum in der Ausgestaltung der Fruchtkörper, daß dagegen die Ascomyceten zurücktreten müssen.

Da die Besprechung der Organisation bei den einzelnen Abteilungen erfolgen muß, so bleibt uns hier nur übrig, die Hauptgruppen zu definieren. Wie wir bei den Ascomyceten die Ordnung der Hemiasci unterschieden haben, so bilden bei den Basidiomyceten die Hemibasidii oder Ustilagineen eine ganz entsprechende Ordnung, die sich durch noch nicht vollständig regelmäßig gewordene, basidienähnliche Konidienträger charakterisieren läßt. Dieser Gruppe treten die übrigen Ordnungen als Eubasidii gegenüber, bei denen regelmäßig ausgebildete Basidien vorhanden sind. Wie schon in Bd. I, S. 128 besprochen wurde, gibt es geteilte und ungeteilte Basidien; die ersteren finden sich bei den Protobasidiomycetes, die letzteren bei den Autobasidiomycetes.

Wenn wir in diese Hauptabteilungen noch die Unterordnungen eintragen, so erhalten wir folgende Übersicht über die Basidiomyceten:

A. Konidienträger basidienähnlich — Hemibasidii (Ustilagineen)

B. Echte Basidien vorhanden — Eubasidii

a) Basidien geteilt — (Protobasidiomycetes)

I. Basidien quergeteilt

1. Basidie aus einer Chlamydospore hervorwachsend, als Nebenfruchtformen Chlamydosporen vorhanden — Uredineae

2. Basidie nicht aus einer Chlamydospore hervorwachsend, keine Chlamydosporen als Nebenfruchtformen Auriculariineae

II. Basidien über Kreuz geteilt Tremellineae

b) Basidien ungeteilt (Autobasidiomycetes)

I. Basidien lang keulig, an der Spitze sich gabelig in zwei lange Sterigmen teilend Dacryomycetineae

II. Basidien keulig, an der Spitze kurze feine Sterigmen tragend

1. Basidien ein freistehendes Hymenium bildend

† Hymenium ein flaches Lager auf Blättern bildend, ohne Fruchtkörper Exobasidiineae

†† Hymenium auf einem mehr weniger differenzierten Fruchtkörper stehend, nicht auf Blättern Hymenomycetineae

2. Basidien in Hymenien, welche die Wände von Kammern auskleiden, Unterordnungen der Gasteromycetes.

Die Brandpilze, Ustilagineae.

(Die Brandpilze vergleiche man am Schluß des Bandes.)

Eubasidii (Basidiomycetes im engeren Sinne).

Im Gegensatz zu den Ustilagineen besitzen die Eubasidii echte Basidien, d. h. Konidienträger, die in ihrer Gestalt, Größe, Sporenzahl, Sporenform, Kernverhältnissen usw. für jede Art eine sehr weitgehende Regelmäßigkeit aufweisen. Besonders wichtig ist dabei Regelmäßigkeit in der Sporenbildung; während bei den Ustilagineen an jeder Hemibasidienzelle eine nicht bestimmte Zahl von Sporen entstehen konnte, wird hier stets nur eine oder eine ganz bestimmte Zahl an Sterigmen gebildet. Für die Familie der Ustilaginaceae war die Querteilung der Hemibasidie in mehrere Zellen die Regel; bei der Fortbildung zur regelmäßigen Gestaltung hat deshalb die Zahl der übereinander gelegenen Zellen eine Fixierung erfahren, und die Zahl der an jeder Basidienzelle gebildeten Sporen ist auf die Einzahl zusammengeschrumpft. Wir erhalten also als erste Gruppe der Eubasidii diejenige mit geteilten Basidien, die Protobasidiomycetes. Im Gegensatz dazu kamen bei den Tilletiaceae nur einzellige Hemibasidien vor, die am Scheitel mehrere Konidien tragen; von ihnen leitet sich die einzellige keulige Basidie ab, wie sie für die später zu besprechenden Autobasidiomycetes charakteristisch ist.

Wenden wir uns jetzt zu den Protobasidiomycetes, so treffen wir zuerst bei ihnen auf Formen, deren Basidien aus vier übereinandergestellten Zellen bestehen (sogenannte quergeteilte Basidien). Wir unterscheiden zwei Ordnungen, Uredineae und Auriculariineae, von denen die erste als die wichtigste uns jetzt beschäftigen soll. Die zweite wird dann später in Gemeinschaft mit den Tremellineae behandelt werden.

Die Rostpilze, Uredineen.

Von R. Laubert.

Die Uredineen oder Rostpilze sind eine außerordentlich artenreiche, gut charakterisierte Pilzgruppe, sämtlich streng obligate, echte Parasiten mit endophytem Mycel, angepaßt auf bestimmte höhere Pflanzen (Phanerogamen und Farne) und nicht auf künstlichen Nährmedien kultivierbar, sowie ausgezeichnet durch Verschiedenartigkeit (Pleomorphie) der Sporenlager und Sporenformen bei ein und derselben Rostart.

Das Mycel wächst zumeist interzellular, seltener intrazellular, ist fadenförmig, verzweigt, septiert und enthält gewöhnlich gelbe oder orangerote Öltröpfchen. Häufig wachsen von den Hyphen verschiedenartig geformte (knopf-, blasen-, schlauchförmige, verzweigte, knäuelartige) Haustorien in die angrenzenden Zellen der Wirtspflanze hinein. Die vom Rostpilz befallenen Gewebe der Wirtspflanzen werden meist zunächst nicht getötet, aber doch ausgesogen und beeinträchtigt, oft auch zu abnormem Wachstum gereizt.

Das Mycel breitet sich von der Infektionsstelle aus meist nur ganz wenig aus und kann nach ein paar Wochen oder Monaten, nachdem es Sporen hervorgebracht hat, unter Hinterlassung eines trockenen, braunen Fleckes wieder absterben. Bei einigen Rostarten können sich solche lokalisierte Mycelien, nachdem sie mit der Sporenerzeugung begonnen haben, langsam weiter ausbreiten und nach und nach neue Sporenlager hervorbringen. In anderen Fällen werden ganze Organe, selbst die ganze Pflanze oder doch ganze Sprosse und Sproßsysteme derselben von dem Rostmycel durchzogen. In solchen Fällen, zum Teil aber auch bei den mehr lokalisierten Rostmycelien, kommt es sehr oft zu schwächeren oder stärkeren Deformationen, selbst Hexenbesenbildungen und Hypertrophien (Gallenbildungen) oder auch Verkümmern oder Verkrüppeln des befallenen Pflanzenteils. Die betreffenden Teile sind oft abnorm angeschwollen, dabei häufig verkrümmt, oder stark gestreckt und höher, die Blätter kleiner, dicker, bleicher, breiter, weniger eingeschnitten als die normalen und die Blütenbildung oft mehr oder weniger ganz unterdrückt. Manche solche Rostmycelien können in dem befallenen Pflanzenteil perennieren, zum Teil auch aus infizierten Knospen in die aus ihnen hervorgehenden Organe hinein- und mit ihnen weiterwachsen. Andere perennierende Rostmycelien breiten sich von Jahr zu Jahr nur ganz wenig von der infizierten Stelle weiter aus.

Hand in Hand mit den morphologischen Veränderungen der erkrankten Teile gehen durch den Reiz des Rostpilzes veranlaßte histologische und anatomische Veränderungen: Vermehrung der Rinde, des Bastes und Markes oder auch des Holzes, Vermehrung und Vergrößerung der parenchymatischen Elemente, stärkeres Auftreten solcher in den Gefäßbündeln, unvollkommene, zum Teil unregelmäßige Ausbildung der Gefäßbündelelemente, geringere Membranverdickungen im Holz und in den mechanischen Geweben, Fehlen von Kollenchym, Unterdrückung oder Auftreten von Sklerenchym, vermehrte Harzkanäle und starke Harzabscheidung und Gewebeimprägnierung, stärkere oder geringere Korkbildung, Unterdrückung des interfaszikularen Kambiums, Auseinanderdrängen der Zellen durch das Rostmycel, rundliche Form der

Palisadenparenchymzellen, Chlorophyllverminderung, Stärkeanhäufung. Rotfärbung des Zellsaftes, Fehlen von oxalsaurem Kalk usw. Für viele Rostpilze sind derartige Veränderungen näher untersucht und in Spezialveröffentlichungen dargelegt [1]).

Die Ausbreitung des Mycels wird oft durch die Beschaffenheit der Gewebe der Nährpflanze beeinflußt, indem nährstoffreiche Zellen wahrscheinlich chemotaktisch reizend auf die Rosthyphen wirken, während sich die mechanischen Elemente (Sklerenchymstränge) der Ausbreitung derselben meist hindernd in den Weg stellen.

Wenn Deformationen und Hypertrophien unterbleiben, wird gewöhnlich wenigstens ein gelber oder roter Fleck durch das Rostmycel hervorgebracht. Bei manchen Rostpilzen kommt bei starkem Auftreten derselben vorzeitiges Vergilben und Absterben der erkrankten Pflanzenteile vor, während in Ausnahmefällen an bereits vergilbenden Blättern im Gegenteil ein längeres Grünbleiben an der rostpilzhaltigen Stelle beobachtet werden kann. An Bäumen und Sträuchern, deren Stämme. Zweige oder Äste an einer beschränkten Stelle von einem perennierenden Rostmycel befallen sind, tritt nicht selten über kurz oder lang ein Verdorren und Absterben des darüber befindlichen Teiles ein.

Die Fortpflanzung und Vermehrung der Rostpilze erfolgt durch sehr verschiedenartig gebildete Sporen. Hauptsächlich nach ihrem verschiedenen biologischen Verhalten unterscheidet man: 1. Spermatien. 2. Äcidiosporen, 3. Uredosporen, 4. Teleutosporen, 5. Sporidien.

1. Die sogenannten Spermatien, auch als Pyknosporen bezeichnet, sind äußerst kleine (etwa 2 μ) längliche, ovale oder rundliche, farblose, dünnwandige Zellen. Sie werden in basipetaler Folge an der Spitze von Sterigmen in großen Mengen im Innern von sehr kleinen, oft an ihrer Mündung mit haarförmigen Mündungsparaphysen versehenen, krugförmigen oder halbkugeligen oder ausgebreiteten flachen Behältern, den sogenannten Spermogonien, auch als Pykniden bezeichnet, gebildet, die meist unter der Kutikula oder unter der Epidermis, in manchen Fällen sogar unter dem Periderm entstehen. Die Bedeutung dieser „Spermatien" ist noch nicht ganz klar. Sie werden vielfach als funktionslos gewordene männliche Geschlechtszellen aufgefaßt. Man hat sie zwar zum Auskeimen, aber nicht zur Weiterentwicklung bringen können. Die Spermatien treten meist in einem zuckerhaltigen, häufig auffallend honigartig oder unangenehm duftenden Schleimtröpfchen aus den Spermogonien aus, was den Gedanken an eine Anlockung von Insekten zwecks Verbreitung nahelegt.

Mit bloßem Auge betrachtet erscheinen die Spermogonien als kleine, gelbe, gelbrote oder dunkle Pünktchen, die sich meist in kleinen Gruppen auf Flecken auf der Blattober-, manchmal auch Unterseite oder in Mengen zerstreut auf dem befallenen Pflanzenteil finden. Sie treten nie allein, sondern kurz vor und mit den Äcidien oder den Uredo- oder Teleutolagern auf.

2. Die Acidiosporen werden in basipetaler Folge reihenweise hintereinander auf dicht nebeneinanderstehenden fadenförmigen Trägern abgeschnürt. Anfangs sind sie durch sterile, später verschwindende

---

[1]) Stämpfli, Hedwigia 49., 1910, S. 230; Wakker, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. 24., 1892, S. 499; Wörnle, Forstl. naturw. Zeitschr. III., 1894, S. 68; Fentzling, Inaug.-Dissert., Freiburg 1892; Hartmann, Inaug.-Dissert., Freiburg 1892; Tischler, Flora, CIV., 1912, S. 1; Guttenberg, Beiträge zur physiologischen Anatomie der Pilzgallen, 1905; Küster, Die Gallen der Pflanzen, 1911, u. a.

„Zwischenzellen“ getrennt. Sie sind ziemlich groß, 15—40 μ, rundlich, oval, meist etwas polyedrisch, einzellig, gelbrote Öltröpfchen enthaltend oder farblosen Inhalts und mit meist farbloser oder bräunlicher, mäßig dicker, in verschiedener Weise charakteristisch warziger und abfallende Plättchen tragender Membran. Die Keimporen werden gewöhnlich erst bei beginnender Keimung sichtbar.

Die Äcidiosporen werden in den Äcidien („Becherfrüchten“) gebildet. Diese sind meist von einer Hülle oder Peridie (Pseudoperidie) umgebene, anfangs kugelige, später krug-, becher- oder napfförmig sich öffnende Behälter, die in der Regel unter der Epidermis, in besonderen Fällen unter dem Periderm entstehen und daraus hervorbrechen. Sie treten besonders im Frühjahr und Frühsommer auf und sind meist gelb bis orangerot. Oder die Äcidien sind größere kegel-, flaschen- oder röhrenförmige Behälter, deren derbwandige Peridie bei der Reife gitterförmig oder pinselförmig aufreißt (*Roestelia*) oder große blasen- oder sackförmige Behälter mit unregelmäßig aufreißender derbwandiger Peridie (*Peridermium*). Die Zellen der Peridie sind meist von eigentümlichem charakteristischem Bau. In manchen Fällen sind die Äcidien ausgebreitet polsterförmig und ohne Peridie oder nur von einem Paraphysenkranz umgeben (*Caeoma*). Meist stehen die Äcidien gruppenweise, oft auf mehr oder weniger angeschwollenen Stellen der Nährpflanze, besonders blattunterseits, oder einzeln und zerstreut auf dem befallenen Pflanzenteil.

Die Äcidiosporen werden wohl vorwiegend durch den Wind verbreitet. Sie sind sofort keimfähig und können ihre Lebensfähigkeit zum Teil bis zu einem Monat bewahren. Auf geeigneten Nährpflanzen keimen sie mit einem einfachen Keimschlauch aus, der nur durch eine Spaltöffnung in die Wirtspflanze einzutreten vermag. Das entstehende Mycel erzeugt in den meisten Fällen nach einiger Zeit zunächst Uredo-, später Teleutosporenlager, seltener zunächst wieder Äcidien oder nur Teleutolager.

3. Die Uredosporen oder „Sommersporen“ werden in kleinen, runden oder länglichen, gelben, orangefarbenen, rot- oder kaffeebraunen, staubigen, kissenförmigen Uredosporenlagern gebildet, die anfangs von der Epidermis bedeckt sind, später aber hervorbrechen. Eine Peridie ist nur selten vorhanden, öfter dagegen ein Paraphysenkranz oder gestielte, dickwandige, kopfförmige Paraphysen zwischen den Uredosporen. Diese entstehen meist auf kurzen Stielen, zuweilen aber auch in Ketten ähnlich wie die Äcidiosporen. Sie sind von etwa gleicher Größe wie die Äcidiosporen, einzellig, rund, oval oder länglich, mit meist gelbroten Öltröpfchen und etwas dickerer, feinstacheliger, farbloser oder gelblicher Membran und 1 bis 10 deutlichen oder undeutlichen Keimporen.

Mitunter werden auf mehr oder weniger hypertrophierten Stellen statt Äcidien primäre Uredolager gebildet, die größer sind als die später entstehenden sekundären Uredolager. Bei einigen Rostarten kommen zweierlei Uredosporen vor.

Die Uredosporen sind sogleich, oft allerdings nur zum Teil, keimfähig, doch dauert die Keimkraft meist nur kurze Zeit und nur unter günstigen Umständen ein paar Wochen oder Monate. Dennoch können sich viele Rostpilze mittels ihrer Uredogeneration von einem Jahr zum andern erhalten. Die Verbreitung geschieht ebenfalls hauptsächlich durch den Wind. Auf geeigneten Wirtspflanzen erfolgt die Keimung der Uredosporen durch Keimschläuche, die durch die Spaltöffnungen in die

Pflanze eindringen. Das sich entwickelnde Mycel kann schon nach 8 bis 10 Tagen neue Uredo- und später Teleutolager hervorbringen. In einem Sommer können mittels der Uredosporen nacheinander zahlreiche Uredogenerationen entstehen.

4. Die Teleutosporen oder „Wintersporen" zeichnen sich in ihrer Ausbildung durch besondere Mannigfaltigkeit aus und geben dadurch die Hauptmerkmale für die Unterscheidung der einzelnen Gattungen und Arten. Sie sind gestielt oder ungestielt, ein-, zwei-, mehr- oder vielzellig, im letzteren Fall ganz besonders groß. Bei den mehr als einzelligen Teleutosporen liegen die einzelnen Zellen hintereinander in einer Reihe, nur bei gewissen Arten in Dreiecksform oder zu viert nebeneinander. Teleutosporen, die entgegen der Regel einzellig statt zweizellig sind, werden als Mesosporen bezeichnet. Bei manchen Arten fallen die Teleutosporen leicht von ihren Stielen ab, in anderen Fällen bleiben sie fest an ihnen sitzen. Die Stiele sind manchmal von eigentümlicher Form oder auch außerordentlich lang, mit gallertartig vorquellender Membran. In gewissen Fällen werden einzellige Teleutosporen, getrennt durch Zwischenzellen, ähnlich wie die Äcidiosporen in Ketten gebildet. Die Teleutosporenmembran ist zweischichtig (Endosporium und Exosporium), meist dunkelgefärbt und dick, besonders am Scheitel der Spore, hier zuweilen auch mit hornartigen Fortsätzen, nur in gewissen Fällen dünn und farblos, außen meist glatt oder auch warzig. Jede Sporenzelle kann als selbständige Teleutospore (mithin die ganze mehrzellige Teleutospore als ein Sporenkomplex) angesehen werden. Meist ist nur je ein Keimsporus vorhanden.

Die Teleutosporenlager entstehen gewöhnlich unter der Epidermis (oft in einer Atemhöhle) und sprengen dieselbe oder bleiben dauernd von ihr bedeckt. Meist bilden sie rundliche oder längliche, staubige, schwarzbraune bis schwarze Häufchen oder feste Polster, in anderen Fällen wachsartige, orange- oder blutrote Krusten, gewöhnlich unter der Epidermis, oder weit hervorragende, braune borsten- oder hörnchenförmige Gebilde oder große knorpelig gallertartige kegel-, zungen- oder muschelförmige Auswüchse. Oder sie liegen in der Epidermis oder werden vereinzelt in den Zellen oder den Interzellularen gebildet. Die Bildung der Teleutosporenlager erfolgt zum Unterschied von der Uredogeneration meist erst, wenn die betreffenden Pflanzenteile ein vorgeschritteneres Altersstadium erreicht haben und hauptsächlich erst im Spätsommer und Herbst.

Die Teleutosporen sind entweder gleich oder erst, nachdem sie den Witterungsverhältnissen ausgesetzt überwintert haben, im Frühjahr keimfähig, in welchem Fall sie als Dauersporen fungieren. Bei der Keimung wächst meist aus jeder Teleutosporenzelle ein kurzes 4 bis 5 zelliges Promycel hervor (auch als Basidie bezeichnet), das 4 pfriemförmige Sterigmen mit je einer Sporidie (auch als Basidiospore bezeichnet) treibt, oder der Inhalt der Teleutospore teilt sich in vier Zellen, von denen jede ein Sterigma mit einer Sporidie entwickelt.

5. Die Sporidien sind klein (10—12 μ), rund, oval oder nierenförmig, farblos oder orange, zartwandig und, nachdem sie abgefallen sind, gleich keimfähig. Gelangen sie im Frühjahr auf junge Organe geeigneter Pflanzen, so keimen sie und wachsen dabei meist direkt durch die noch verhältnismäßig weiche Membran in das Gewebe hinein. Bei den schon im Herbst keimenden Sporidien dringt der Keimschlauch

meit durch die Spaltöffnungen ein. Das aus ihnen erzeugte Mycel entwickelt über kurz und lang gewöhnlich zunächst Spermogonien und Äcidien, seltener Spermogonien und Uredo und Teleuto oder Spermogonien und Teleuto oder nur Teleuto.

Die regelmäßige Aufeinanderfolge der verschiedenen Sporenformen im Entwicklungskreis eines Rostpilzes wird als „Generationswechsel“ bezeichnet.

Mit dem Generationswechsel der Rostpilze sind wichtige Veränderungen ihrer Zellkerne verbunden, Vorgänge, die hier nur ganz kurz gestreift werden sollen. Die Sporidien und die Zellen des aus ihnen hervorgehenden Mycels, ebenso der Spermogonien, der Spermatien und der Anlagen der Äcidien sind einkernig. In den Äcidien bilden sich durch Kopulation benachbarter einkerniger Zellen zweikernige Sporenmutterzellen, aus denen durch wiederholte Teilung Reihen von zweikernigen Äcidiosporen entstehen. Die Zellen des aus den Äcidiosporen hervorgehenden Mycels, sowie die daran entstehenden Uredosporen (auch das aus diesen entstehende Mycel) sind ebenfalls zweikernig. Bei der Entwicklung der jungen Teleutospore findet in dieser zunächst eine Verschmelzung ihrer beiden Kerne statt, dann bei der Keimung der Teleutospore jedoch wiederum Kernteilungen, wobei jede Sporidie einen Zellkern enthält. Jedenfalls können gewisse Vorgänge bei den wechselvollen Verhalten der Zellkerne der Rostpilze als ein Sexualakt angesehen werden. Auf Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden.

Die Teleutosporen stellen die wichtigste Fortpflanzungsform der Rostpilze dar, die anderen Sporenformen werden mehr als Nebenfruchtformen betrachtet und können teilweise fehlen. Danach hat man innerhalb der einzelnen Rostpilzgattungen, ohne Rücksicht auf die natürliche Verwandtschaft der einzelnen Arten, folgende biologische Gruppen unterschieden:

1. Eu-Formen (z. B. Eupuccinia), z. B. *Puccinia graminis*, *Phragmidium subcorticium*. Schema: Spermogonien, Äcidien, Uredo, Uredo . . . Uredo, Teleuto, Sporidien. (In besonderen Fällen fehlen die Spermogonien oder die Äcidiosporen können wieder neue Äcidien ohne Spermogonien hervorbringen u. a.)
2. -opsis-Formen (z. B. Pucciniopsis), z. B. *Puccinia falcariae*, *Gymnosporangium*. Schema: Spermogonien, Äcidien, Teleuto, Sporidien. (Oder: Spermogomien, Äcidien, Äcidien . . . Äcidien, Teleuto, Sporidien.) Uredo fällt aus.
3. Brachy-Formen (z. B. Brachypuccinia), z. B. *Puccinia oreoselini*, *Triphragmium ulmariae*. Schema: Spermogonien, größere primäre Uredo, Uredo . . . Uredo, Teleuto, Sporidien. Aecidium fällt aus.
4. Mikro-Formen (z. B. Micropuccinia), z. B. *Puccinia fusca*, P. ribis. Schema: Teleuto, Sporidien, oder Spermogonien, Teleuto, Sporidien. Teleutosporenbildung nur einmal im Jahr, Keimung derselben nach Überwinterung. Äcidien, Uredo, eventuell auch Spermogonien fallen aus.
5. Lepto-Formen (z. B. Leptopuccinia), z. B. *Puccinia malvacearum*, *P. buxi*. Schema: Teleuto, Sporidien, Teleuto, Sporidien . . . Zahlreiche Generationen in einem Jahre. Spermogonien, Äcidien, Uredo fallen aus.
6. Hemi-Formen. Nur Uredo, Teleuto und Sporidien bekannt. z. B. *Uromyces anthyllidis*.

7. Isolierte Uredo-Formen (Uredo).
8. Isolierte Äcidien (Aecidium, Roestelia, Peridermium, Caeoma).

Bei Nr. 6, 7, 8 handelt es sich vielleicht stets um Rostpilze, die noch unvollständig bekannt sind. Die meisten Rostpilze haben nur kurzlebige Mycelien. Bei manchen jedoch kann entweder das teleutoerzeugende bzw. uredo- und teleutoerzeugende Mycel oder das äcidienerzeugende Mycel überwintern oder sogar perennieren. Außer der Mannigfaltigkeit in der Sporenbildung ist bei vielen Rostpilzarten mit dem Generationswechsel noch ein „Wirtswechsel“ verbunden. Während sich bei den „autöcischen“ Rostpilzen der ganze Generationswechsel auf ein und deselben Pflanzenart vollzieht, tritt bei den „heteröcischen“ Rostpilzen ein Wirtswechsel auf: die (einkernigen) Sporidien können nicht die Pflanzenart infizieren, auf denen die Teleuto und Uredo gebildet werden, sondern bestimmte mit jenen zwar meist vergesellschaftet vorkommende, aber gar nicht mit ihnen verwandte Pflanzen, Spermogonien und Äcidien auf ihnen erzeugend. Erst die (zweikernigen) Äcidiosporen vermögen den Teleutosporenwirt wieder zu infizieren und auf ihnen Uredo und Teleuto hervorzubringen. Im typischen Fall ist der Verlauf also folgender. Die überwinterte Teleutospore entwickelt im Frühjahr Promycel mit Sporidien. Die Sporidie infiziert die Pflanze A und erzeugt auf ihr sehr bald Spermogonien mit Spermatien und Äcidien mit Äcidiosporen. Die Äcidiospore infiziert die Pflanze B und bringt auf ihr ihm Laufe des Sommers mehrere Generationen Uredolager mit Uredosporen und zuletzt Teleutolager mit Teleutosporen hervor, die dann überwintern. Auf die vielerlei Abweichungen hiervon und auf die Hypothesen, die zur Erklärung der bei der Heteröcie vorhandenen Anpassung des Rostpilzes an zwei sehr verschiedene Wirtspflanzen aufgestellt sind, kann hier nicht eingegangen werden. Es sei nur bemerkt, daß die (nur Teleuto entwickelnden) Mikro-Formen besonders reichlich in nordischen und alpinen Regionen auftreten und daß mithin kühleres Klima und eine abgekürzte Entwicklungsdauer der Nährpflanze die Uredosporenbildung zu hemmen scheint, während die Teleutoentwicklung in wärmerem und gleichmäßigem Klima gegenüber der Uredobildung mehr zuücktritt. Die Uredobildung scheint einen kräftigeren Lebenszustand der Pflanze vorauszusetzen, die Teleutobildung erst mehr am Ende der Vegetationszeit aufzutreten.

Die Keimung der Rostsporen und die Infektion ist von der Luftfeuchtigkeit abhängig und wird daher durch den Standort, Tau, Niederschläge stark beeinflußt. Das gilt wohl besonders für die Keimung der Teleutosporen und die Sporidien und deren Weiterentwicklung. Daß ganz allgemein geschwächte oder kränkliche Pflanzen leichter von Rostpilzen befallen werden als gesunde, läßt sich nicht behaupten.

In bezug auf die Wirtspflanzen sind die Rostpilze äußerst wählerisch. Manche Rostarten haben nur eine einzige Wirtspflanzenart (isophag) oder nur eine Hauptwirtspflanze und vermögen deren nächste Verwandte nur schwach heimzusuchen. Meist werden mehrere oder zahlreiche Arten einer Gattung von derselben Rostart befallen (heterophag), zuweilen sogar verschiedene Gattungen einer Familie. Nur in recht seltenen Fällen besteht eine Pleophagie, ein Vorkommen derselben Generation eines Rostpilzes auf zahlreichen, gar nicht miteinander verwandten Pflanzenarten. Bei den heteröcischen Rostpilzen kommt außerdem noch hinzu, daß sie für ihre Äcidien ganz andere Wirtspflanzen haben als für ihre Teleutogeneration.

Bei Rostarten, die auf zahlreichen Pflanzenarten auftreten, läßt sich meist eine mehr oder weniger ausgeprägte Spezialisierung nachweisen. Es gelingt dann nicht, den Rostpilz von der einen Wirtspflanzenart auf die andere zu übertragen. In solchen Fällen zerfällt eine (morphologische) Rostart in mehrere oder zahlreiche, mehr oder weniger scharf fixierte „spezialisierte Formen“ (biologische Arten, biologische Rassen, biologische Formen, Standortsformen, Gewohnheitsrassen), die sich wohl biologisch, jedoch morphologisch anscheinend gar nicht oder nur ganz unerheblich unterscheiden. Die Festellung und Abgrenzung solcher biologischer Arten ist vorläufig nur durch Kulturversuche einwandfrei möglich. In gewissem Sinne lassen sich die biologischen Arten der Rostpilze vielleicht mit den „elementaren Arten“ der höheren Pflanzen vergleichen. Über die „spezialisierten Formen“ vieler Rostpilzarten sind eingehende Spezialuntersuchungen ausgeführt. Die Verhältnisse sind vielfach ganz außerordentlich verwickelt und bedürfen noch weiterer Klärung.

Es scheint zweckmäßig bei den Rostpilzen 1. solche, die sich morphologisch gut voneinander unterscheiden, 2. solche, die sich im Entwicklungsgang durch Vorhandensein bzw. Fehlen einer Sporenform unterscheiden, und 3. solche biologisch verschiedene, deren Wirtspflanzen nicht zur selben Gattung gehören, als „Arten“ (bzw. Sammelarten) aufzufassen; dagegen 1. solche, die sich durch nur geringfügische morphologische Unterschiede unterscheiden, und 2. solche, die sich nur dadurch unterscheiden, daß ihre Hauptwirtspflanzen vielleicht zum Teil derselben Gattung, jedoch nicht denselben Spezies zugehören, als „Formen“ zu betrachten.

Von Schmarotzern, die nicht selten auf Rostpilzen, besonders auf gewissen Arten, vorkommen, seien hier nur genannt *Darluca filum* (Riv.) Cast. u. a., *Tuberculina persicina* (Dit.) Sacc., *T. maxima* Rostr. u. a. Noch weit häufiger findet man an rostbefallenen Planzenteilen, besonders blattunterseits, kleine rötliche Mückenmaden (*Mycodiplosis* sp.), die sich von den Rostsporen ernähren.

Die heteröcischen Rostpilze, von denen Anfang 1917 bereits 264 einheimische Arten bekannt waren, sind im folgenden durch * gekennzeichnet. Die eingeklammerten Zahlen () bedeuten die Seitenzahlen in der untengenannten Uredineenbearbeitung von Klebahn in der „Kryptogamenflora der Provinz Brandenburg“ (1914), die genauere Diagnosen der Arten enthält.

Die Literatur über die Rostpilze ist dermaßen umfangreich, daß es ganz unmöglich ist, im Rahmen dieses Handbuches sämtliche Veröffentlichungen darüber anzuführen. Ja, ich habe mich nach längeren Zögern sogar dazu entschließen zu müssen geglaubt, davon Abstand zu nehmen, eine Auswahl aller wichigen Einzelarbeiten zu treffen und wiederzugeben. Ich beschränke mich daher darauf, von neueren Werken, die zum Teil auch sehr zahlreiche Literaturzitate enthalten, nur die folgenden zu nennen. In erster Linie: H. Klebahn, Uredineen, in Kryptogamenflora der Prov. Brandenburg und angrenzender Gebiete. Pilze III, Band Va, 1912—1914, S. 69—904. Ferner H. Klebahn, Die wirtswechselnden Rostpilze, 1904, E. Fischer, Die Uredineen der Schweiz, 1904, P. u. H. Sydow, Monographia Uredinearum 1904—1915. Eriksson und Henning, Die Getreideroste 1896. P. Dietel, Uredinales in Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, I. Teil, Abteil I**, 1900, auch W. Migula, Rost- und Brandpilze, 1917. Ferner ist noch zu

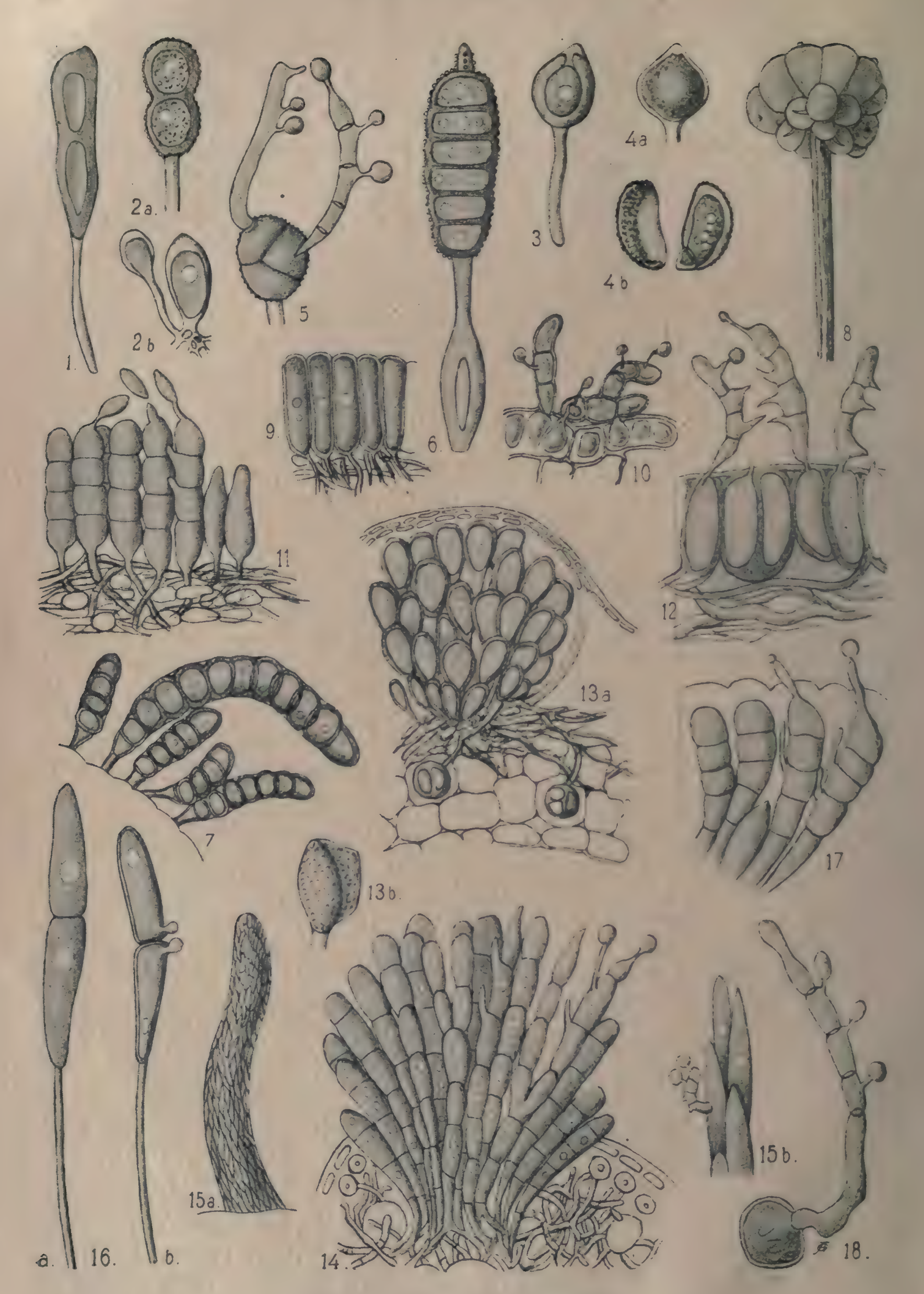


Fig. 1. Typen von Uredineen.

1 Puccinia arenariae (Schum.) Schroet., Teleutospore. *2 P. pruni* Pers., *a* Teleutospore, *b* Uredospore mit Paraphyse. *3 Uromyces pisi* (Pers.) de By. Teleutospore. *4 Hemileia vastatrix* Berk. et Br., *a* Teleutospore, *b* Uredospore. *5 Triphragmium ulmariae* (Schum.) Link, keimende Teleutospore. *6 Phragmidium subcorticium* (Schrank) Wint., Teleutospore. *7 Phragmidium carbonarium* (Schlecht.) Wint., Teleutosporen. *8 Ravenelia cassiicola* Atk., Teleutospore. *9 Melampsora salicis* aut., Teleutosporen. *10 M. caryophyllacearum*

(DC.) Schroet., keimende Teleutosporen. *11 Ochropsora sorbi* (Oud.) Diet., keimende Teleutospore. *12 Pucciniastrum Goeppertianum* (Kühn) Kleb., keimende Teleutosporen. *13 Uredinopsis struthiopteridis* Störm., *a* Teil eines Lagers mit einzelnen Teleutosporen in den Parenchymzellen, *b* einzellige Teleutospore. *14 Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Ung., Teleutosporen. *15 Cronartium ribicola* Dietr., *a* Teleutosporensäulchen, *b* keimende Teleutospore. *16 Gymnosporangium clavariiforme* (Jacq.) Rees, *a* dünnwandige, *b* dickwandige Teleutospore. *17 Coleosporium pulsatillae* (Str.) Fr., keimende Teleutosporen. *18 Endophyllum euphorbiae silvaticae* (DC.) Wint., keimende Teleutospore. (*1—4, 12, 14* nach Delacroix, *15, 16* nach Tubeuf, *6, 9, 15* nach Rostrup, *7* nach Sorauer, *8, 11, 13* nach Dietel, *10* nach Magnus, *17* nach Klebahn, *18* nach Winter.)

nennen G. Lindau, Hilfsbuch I, 2. Aufl., 1922. Zahlreiche Zitate und Referate findet man außerdem in H. Morstatt, Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für 1914—1920 usw., M. Hollrung, Jahresbericht über das Gebiet der Pflanzenkrankheiten, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abteilung, Neuheiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes in Zeitschrift für das Landwirtschaftliche Versuchswesen in Deutschösterreisch, Jahresberichte über Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen in den Berichten über Landwirtschaft, Jahresberichte im Supplement zur Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung, Justs Botanische Jahresberichte, Hedwigia, Sammelreferate in der Zeitschrift für Botanik usw.

Die Uredineen werden jetzt meist in folgende 5 Familien zusammengefaßt:

I. Teleutosporen ein-, zwei- oder mehrzellig (streng genommen aus mehreren Einzelsporen zusammengesetzt), von einem längeren oder kürzeren, bleibenden oder abfallenden Stiel getragen, frei voneinander oder durch eine Gallertmasse vereinigt. Promycel aus der Teleutosporenzelle herauswachsend. Uredosporen einzeln, auf gesonderten Stielen. Äcidien teils mit, teils ohne Peridie Pucciniaceen.

II. Teleutosporen einzellig, in äcidienartigen, von einer Peridie umschlossenen Lagern, ähnlich wie Äcidiosporen in Ketten mit Zwischengliedern gebildet und sich dann voneinander trennend. Promycel aus der Teleutospore herauswachsend Endophyllaceen.

III. Teleutosporen ungestielt, in Reihen gebildet, im Zusammenhang miteinander bleibend, so daß linsenförmige, warzenförmige oder zylindrische Sporenkörper gebildet werden. Keimung der Teleutosporenzelle mit hervortretendem vierzelligen Promycel. Uredosporen einzeln oder in Ketten, mit oder ohne Peridie. Äcidien mit Peridie Cronartiaceen.

IV. Teleutosporen einzellig, zu wachsartigen Krusten vereinigt, sich bei der Keimung in vier übereinanderstehende Zellen teilend, von denen jede ein einfaches Sterigma mit einer großen Sporidie treibt. Uredosporen in Ketten oder einzeln an Stielen. Äcidien mit Peridie Coleosporiaceen.

V. Teleutosporen ungestielt, einzellig oder durch Längswände mehrzellig, dem Gewebe der Nährpflanze palisadenartig in einschichtigen Krusten vereinigt oder vereinzelt eingelagert. Keimung mit hervorwachsenden vierzelligen Promycel mit kleinen rundlichen Sporidien. Uredosporen meist einzeln abgeschnürt, seltener in kurzen Ketten, zuweilen von einer Peridie eingeschlossen. Äcidien mit oder ohne Peridie Melampsoraeen.



Fig. 2. Typen von Uredineen.

1—12 Gymnosporangium sabinae (Dicks.) Wint. *1* Zweig von *Juniperus sabini* mit den Teleutosporenlagern *t*. *2* Erkranktes Zweigstück mit den Narben *n* der Teleutosporenlager und Anlagen *a* von Adventivknospen. *3* Teleutosporenlager vor dem Aufquellen, *a* Mycel in der Rinde, *st* Stiele,

t Teleutosporen, *b* junge Anlagen. *4* keimende Teleutospore, *st* Stiel, *p* Basidie, *ste* Sterigma, *sp* Basidiospore. *5* Austritt der Basidien *k* zu den Keimporen der Teleutospore. *6* Birnenblatt, *a* oberseits die Pyknidenflecken zeigend, *b* unterseits die *Roestelia cancellata p* tragend. *7* Schnitt durch eine Pyknide, *a* Epidermis, *b* Palisadenparenchym, *st* Sterigmen, *sp* Konidien. *8* Becher der Roestelia *j*, *u* Unterseite des Blattes, *a* Stärkekörner, *p* Pseudoperidie, *sp* Sporenketten, *k* Zwischenstücke. *9* Äcidiensporen mit *k* Keimschlauch. *10* Kapuzenförmig sich abhebende Pseudoperidie. *11* Zellen aus der Pseudoperidie mit einer Innenleiste an der oberen Kante *k*, durch die eine Zelle über den unteren Rand der nächsthöher liegenden hinübergreift. *12* Äcidiensporenketten, *sp* Sporen, *k* Zwischenstücke. *13* Äcidien von *Puccinia graminis*, auf einem Berberitzenblatt, *e* Epidermis, *sp* Pykniden, *a* Äcidienbecher, *h* Pseudoperidie, *r* Sporenketten, *b* Sterigmen, *st* stromatische Unterlage der Becher. (Alles nach SORAUER.)

Übersicht der wichtigsten Gattungen.

I. Pucciniaceen.

A. Teleutosporen ein- oder zweizellig, frei voneinander, nicht in eine Gallertmasse eingebettet, nicht auf Koniferen, Uredo meist ohne Paraphysen. Äcidien meist mit Peridie, seltener von einer Hyphenhülle umgeben (Puccinieen).
1. Teleutosporen einzellig — Uromyces.
2. Teleutosporen zweizellig — Puccinia.

B. Teleutosporen zweizellig, an sehr langen Stielen, durch Gallerte miteinander verklebt (Gymnosporangien) — Gymnosporangium.

C. Teleutosporen zwei-, drei- bis vielzellig. Uredo oft mit Paraphysen. Auf Rosifloren (Phragmidieen).
1. Teleutosporen zweizellig — Gymnoconia.
2. Teleutosporen aus drei bis mehreren hintereinanderliegenden Zellen bestehend.
a) Teleutosporenstiel deutlich abgesetzt — Phragmidium.
b) Teleutosporenstiel nicht deutlich abgesetzt, Uredo mit Paraphysen — Xenodochus.
c) Teleutosporenstiel nicht abgesetzt, Uredo ohne Paraphysen — Kuehneola.
3. Teleutosporen aus drei nebeneinanderliegenden Zellen bestehend — Triphragmium

II. Endophyllaceen — Endophyllum.

III. Cronartiaceen.

A. Teleutosporenlager polsterförmig — Chrysomyxa.
B. Teleutosporenlager säulen- oder haarförmig — Cronartium.

IV. Coleosperiaceen.

A. Sporidien ellipsoidisch, zitronenförmig. Uredosporen reihenweise gebildet. Äcidien mit blasenförmiger Peridie — Coleosporium.
B. Sporidien spindelförmig. Uredosporen einzeln abgeschnürt. Äcidien mit becherförmiger Peridie — Ochropsora.

V. Melampsoraceen.

A. Teleutosporen einzellig, zu Krusten vereinigt.
1. Uredo mit kopfigen Paraphysen untermischt. Äcidien ohne Peridie (Caeoma) — Melampsora.
2. Uredo ohne Paraphysen, aber mit halbkugeliger Peridie.
a) Teleutolager rotbraun, interzellular — Melampsoridium.
b) Teleutolager farblos, intrazellular — Melampsorella.

B. Teleutosporen durch Längswände zwei- bis vierzellig, braun bis schwarzbraun.

1. Teleutosporen interzellular, unter der Epidermis **Pucciniastrum.**
2. Teleutosporen intrazellular, in der Epidermis.
   a) Teleuto klein, auf Blättern, auch Uredo **Thecopsora.**
   b) Teleuto weit ausgedehnt, auf deformierten Stengeln, ohne Uredo **Calyptospora.**

C. Teleutosporen meist durch Längswände zwei- bis vierzellig, blaß.
1. Teleutosporen interzellular, einzeln im Blattfleisch **Uredinopsis.**
2. Teleutosporen intrazellular, in Krusten oder kleinen Gruppen.
   a) Uredosporen von einerlei Art, Lager mit Peridie oder Paraphysenkranz **Milesina.**
   b) Uredosporen von zweierlei Art, Lager ohne Peridie, höchstens mit Paraphysenkranz **Hyalopsora.**

In der folgenden Aufzählung ist nur eine Auswahl der mehr als 2300 bekannten Uredineen angeführt. Es sind weder alle auf Nutzpflanzen beobachteten, noch alle in Deutschland vorkommenden Rostpilze aufgezählt. Berücksichtigt sind vornehmlich die für unsere landwirtschaftlichen, forstlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen wichtigen Rostpilze und von den einheimischen Rostarten wilder Pflanzen besonders solche, die durch Erzeugung von Deformationen und Hypertrophien, sowie durch Perennieren in der Pflanze Beachtung verdienen. Von den Synonymen sind nur die verbreiteteren angeführt.

Uromyces Link.

Spermogonien meist eingesenkt, krugförmig mit kegelförmiger Mündung. — Äcidien mit deutlicher Peridie. Äcidiosporen ohne deutliche Keimporen. — Uredosporen einzeln auf ihren Stielen gebildet, mit mehreren, meist deutlichen Keimporen. — Teleutosporen einzellig, auf gesonderten Stielen gebildet, mit einem meist scheitelständigen Keimporus. — Sporidien einseitig abgeflacht, fast nierenförmig.

Die braunen oder schwarzen, meist pulverigen oder krustenförmigen Teleutolager brechen durch die Epidermis der Wirtspflanze hervor. Mehrere hundert Arten. Teils autöcisch, teils heteröcisch.

U. scillarum (Grev.) Wint. erzeugt, anscheinend in verschiedenen biologischen Formen, an Muscari- und Scilla-Arten, Endymion, Hyacinthus im Mai—Juli bleiche Blattflecke mit Gruppen von dunkelbraunen Teleutolagern (207).

U. lilii (Link) Fuck., der Lilienrost, im Mai—Juni an Lilium-Arten, *Fritillaria meleagris* u. a. auf blassen, bräunlich umsäumten Flecken, Spermogonien und besonders unterseits kleine Gruppen von Äcidien und später schwarzbraune Teleutolager. Die Lilien können dadurch stark geschädigt werden (209).

Uromyces croci Pass. mit länglichen braunen Teleutolagern auf den Blättern von Crocus vernus u. a.

*U. rumicis (Schum.) Wint. auf verschiedenen Rumex-Arten auf beiden Blattseiten hellbraune Uredo- und kreisförmig gestellte dunkelbraune Teleutolager. Die zugehörigen Äcidien werden im ersten Frühjahr auf *Ficaria verna* gebildet (*Aecidium ficariae* pr. p.) (211).

U. betae (Pers.) Lév., der Runkelrübenrost, an Runkel- und Zuckerrüben im Sommer auf beiden Blattseiten rotbraune Uredo- und dunkelbraune, oft kreisförmig gestellte Teleutolager, zuweilen so massenhaft, daß dadurch vorzeitiges Vergilben der Blätter, Kümmern der ganzen Pflanze und ein erheblicher Ernteausfall verursacht werden kann (Fig. 4). Im Frühjahr erscheinen vereinzelt an jungen Keimpflanzen und besonders an überwinterten Samenrübenpflanzen gelbe Blattflecke mit kleinen Spermogoniengruppen und weißen Äcidien, die dann fortgesetzt fast das ganze Jahr gebildet werden können (*Aecidium betae*). Gegenmaßnahmen: nach der Ernte Vernichten aller rostkranken Blätter und Stengel, isolierter Stand der Samenrüben, nach Möglichkeit sorgfältiges schleuniges Sammeln und Vernichten aller äcidientragenden Teile (214).



Fig. 3. *Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint. auf Buschbohne. (Nach Dietel.)



Fig. 4. *Uromyces betae* (Pers.) Tul. auf Runkelrübe. (Nach Dietel.)

U. geranii (DC.) Otth auf verschiedenen Geranium-Arten auf gelben oder roten Blattflecken unterseits hellbraune Uredo- und gruppenweise Teleutolager. Im Mai auf verdickten Stellen der Blätter und Blattstiele Spermogonien und oft kreisförmig gestellte Äcidien (216).

Sehr zahlreiche Uromyces-Arten leben auf Papilionaceen.

U. phaseoli (Pers.) Wint. (*U. appendiculatus*), der Bohnenrost, ist mancherwärts an Phaseolus-Arten sehr häufig. Die zimtbraunen Uredo- und schwarzbraunen Teleutolager im Sommer massenhaft auf beiden Blattseiten und anderen grünen Teilen, zuweilen auch den Hülsen (Fig. 3). Die verschiedenen Bohnensorten sind sehr ungleich anfällig. Stangenbohnen sind sehr empfänglich, manche Buschbohnen, sowie *Ph. multiflorus* dagegen nur wenig oder gar nicht. Bei sehr starkem

Auftreten leiden nicht nur die Blätter, sondern die ganze Pflanze so, daß die Hülsen- und Samenentwicklung schwer geschädigt werden kann. Außerdem werden auf hellen Blattflecken oberseits Spermogonien und unterseits gruppenweise Äcidien gebildet, zuweilen noch im Herbst mit den Uredo- und Teleutolagern (*Aecidium phaseolorum*). Als Gegen-



Fig. 5. Ein durch *Uromyces pisi* (Pers.) Wint. deformierter Sproß von *Euphorbia cyparissias*. (Nach Dietel.)

Fig. 6. *Uromyces pisi* (Pers.) Wint. auf einem Erbsenblatt. (Nach Dietel.)

Fig. 7. *Uromyces trifolii* (Hedw.) Lév. auf *Trifolium hybridum*. (Nach Dietel.)

maßnahmen sind anzuraten: nach der Ernte Sammeln und Vernichten alles alten Bohnenstrohs, Fruchtwechsel, Abschneiden und Vernichten aller äcidientragenden Teile, Bespritzungen mit Kupferkalkbrühe (220).

Die auf Klee-Arten vorkommenden Uromyces-Arten wurden früher als Kleerost, *Uromyces trifolii*, zusammengefaßt. Neuerdings unterscheidet man:

U. trifolii (Hedw.) Lév. (*U. apiculatus*) besonders an *Trifolium pratense*, meist nur braune Uredo-, seltener braunschwarze Teleutolager auf den Blattunterseiten hervorbringend (224) (Fig. 7).

U. trifolii repentis (Cast.) Liro hauptsächlich an *Trifolium repens*, blattunterseits und am Blattstiel braune Uredo- und dunklere Teleutolager und vorher Spermogonien und gruppenweise oder ringförmig gestellte Äcidien an den Blättern, Blattstielen, Blattnerven, Stengeln auf verdickten und gekrümmten Stellen derselben (225).

U. flectens Lagh. besonders auf *Trifolium repens*, perennierend, große dunkelbraune Teleutolager auf den Blattunterseiten, Blattnerven und angeschwollenen und verkrümmten Blattstielen entwickelnd (227).

U. minor Schroet. auf *Trifolium motanum* und *pratense* mit schwarzbraunen Teleutolagern und im Frühjahr auf angeschwollenen Blattflecken dichtstehende Äcidien (227).

Als Vorbeugungsmaßnahmen sind Vernichten alles alten rostkranken Kleestrohs sowie der äcidientragenden Kleepflanzen empfohlen worden.

Von den auf Papilienaceen Teleutosporen hervorbringenden Uromyces-Arten ist besonders *U. pisi (Pers.) Schroet., der Erbsenrost, bemerkenswert. Auf Erbsen, sowie *Lathyrus pratensis*, *silvester* werden auf beiden Blattseiten und an den Stengeln hellbraune Uredo- und schwarzbraune Teleutolager erzeugt. Auf *Euphorbia cyparissias* sowie *esula* verursacht der Pilz sehr auffällige Deformationen ganzer Sprosse. Dieselben sind ganz unverzweigt, gelblich, haben abnorm kurze, dicke und breite Blätter, kommen meist nicht zur Blüte und tragen blattunterseits massenhaft Spermogonien und Äcidien (*Aecidium euphorbiae* pr. p.) Der Pilz perenniert in den Euphorbia-Rhizomen (Fig. 5, 6, 8).

Durch starken Rostabfall können die Erbsen manchmal schwer geschädigt werden. Zur Bekämpfung des Erbsenrostes ist Ausrotten der in der Nachbarschaft befindlichen genannten Euphorbia-Arten empfohlen worden, ferner Fruchtwechsel und Bespritzen mit Kupferkalkbrühe (229).

Von den nahe verwandten Uromyces-Arten, die ihre Teleuto auf anderen Papilionaceen erzeugen, rufen manche an Euphorbia durch ihre Äcidiengeneration ganz oder ziemlich gleiche Deformationen wie *U. pisi* hervor, so z. B. *U. striatus Schroet. (*U. medicaginis*), der Luzernenrost, der auf *Trifolium agrarium*, *minus*, *procumbens*, *arvense*, *striatum*, *Medicago sativa*, *falcata*, *media*, *lupulina* u. a. besonders auf der Blattunterseite braune Uredo- und schwarzbraune Teleutolager hervorbringt. Das Äcidienmycel perenniert in *Euphorbia cyparissias* (*Aecidium euphorbia* pr. p.) (243).

U. anthyllidis (Grev.) Schroet. kommt anscheinend in verschiedenen biologischen Formen auf *Anthyllis vulneraria*, *Lupinus*, *Coronilla* vor, besonders auf der Blattoberseite zimtbraune, zuweilen kreisförmig gestellte Uredo- und schwarzbraune Teleutolager entwickelnd, möglicherweise mittels Uredo überwinternd (235).

U. lupinicolus Bub. erzeugt auf *Lupinus angustifolius* bräunliche Blattflecke und darauf unterseits zimtbraune Uredo und dunkelbraune Teleuto (238).

U. genistae tinctoriae (Pers.) Wint. (*U. cytisi*) erzeugt auf *Cytisus laburnmu*, sowie anderen Cytisus-, Genista-, Sarothamnus-, Colutea-Arten auf der Blattunterseite dunkelbraune Uredo- und Teleutolager (240).

Der nahe verwandte *U. caraganae Thüm. auf *Caragana arborescens*, *frutescens* soll seine Spermogonien und Äcidien auf *Euphorbia virgata*, *Gerardiana* entwickeln.

U. onobrychidis (Desm.) Lév. auf *Onobrychis sativa* u. a. auf beiden Blattseiten, den Blattstielen und Stengeln mit braunen Uredo- und schwarzbraunen Teleutolagern. Die Esparsette wird dadurch nicht selten erheblich geschädigt (241).

U. viciae craccae Const. auf *Vicia cracca*, *tenuifolia*, *Lens esculenta* auf beiden Blattseiten mit hellbraunen Uredo- und dunkelbraunen Teleutolagern (245).



Fig. 8. Rechts gesunde, links durch *Uromyces pisi* (Pers. Wint.) deformierte *Euphorbia cyparissias*. (Nach Hartig.)

*U. caryophyllinus (Schrank) Wint. (*U. dianthi*), der Nelkenrost, tritt in verschiedenen biologischen Formen zuweilen schädigend an verschiedenen Nelkenarten auf, auch an *Gypsophila*, *Tunica*, *Saponaria* mit braunen Uredo- und dunkelbraunen Teleutolagern auf den Blättern und Stengeln. Die zugehörigen Äcidien werden in Mengen auf den Blattunterseiten von *Euphorbia Gerardiana* (*Aecidium euphorbia Gerardianae*) entwickelt, doch kann sich der Pilz vielleicht auch ohne Äcidien auf den Nelken fortpflanzen. Manche Nelkenarten sind besonders rostanfällig, andere weniger (246).

Nahe verwandt ist *U. verruculosus Schroet. auf *Melandryum*, *Silene*, *Cucubalus*, auf der Blattunterseite mit oft ringförmig gestellten, hellbraunen Uredo- und schwarzbraunen Teleutolagern. Vielleicht mittels Uredo überwinternd. Äcidien auf *Euphorbia Gerardiana* (247).

Von den ihre Teleutolager auf Euphorbien entwickelnden *Uromyces*-Arten sei nur angeführt: U. scutellatus (Schrank) Lév. Der Pilz perenniert im Rhizom und deformiert die Triebe von *Euphorbia cyparissias*, sowie *E. esula*, *virgita*, *lucida* u. a. in ähnlicher Weise wie *U. pisi*. Im Frühjahr werden zuerst Spermogonien, dann besonders blattunterseits zahlreiche schwarzbraune Teleuto- und vereinzelte Uredolager gebildet (250).

U. alchimillae (Pers.) Lév. (*Trachyspora alchimillae*) lebt anscheinend perennierend auf *Alchimilla vulgaris* u. a., im Frühjahr auf abnorm langgestielten und kleiner bleibenden Blättern unterseits massenhaft orangegelbe Uredo- und später braune Teleutolager (260).

U. phyteumatum (DC.) Ung. auf *Phyteuma spicatum*, *orbiculare*, *nigrum* u. a. perennierend und Blattdeformationen verursachend: Blätter kleiner, schmäler und länger gestielt, besonders unterseits mit massenhaften dunkelbraunen Teleutolagern (265).

U. valerianae (Schum.) Fuck. auf *Valeriana dioica, officinalis* u. a. Spermogonien und Äcidien ordnungslos oder kreisförmig dicht beisammen auf verdickten Blattstellen, später auf beiden Blattseiten Uredo und zerstreute oder jene kreisförmig umgebende Teleutolager (266).

U. polygoni (Pers.) Fuck. (*U. avicularíae*) ist häufig auf *Polygonum aviculare*, *Rumex Acetosella*, im Frühjahr auf violetten Blattflecken Spermogonien und besonders unterseits kleine Gruppen von Äcidien, später auf beiden Blattseiten massenhaft blaßbraune Uredo- und auch auf den Stengeln dunkelbraune Teleutolager hervorbringend (268).

U. fabae (Pers.) de By., der Wickenrost, tritt in spezialisierten Formen an *Vicia faba*, Erbsen und verschiedenen anderen Vicia-, Lathyrus- und Orobus-Arten auf. Im Frühjahr Spermogonien und kleine Gruppen oft kreisförmig gestellter Äcidien auf der Blattunterseite (*Aecidium leguminosorum*), später hellbraune Uredo- und dunkelbraune Teleutolager besonders blattunterseits und an den Blattstielen und Stengeln. Die Saubohnen und Wicken werden durch den Rost zuweilen schwer geschädigt und schon vor der Reife zum Absterben gebracht. Zur Bekämpfung wird empfohlen Sammeln und Vernichten alles alten Saubohnen- und Wickenstrohs, wenn ausführbar auch Abschneiden und Vernichten aller äcidientragenden Teile, Fruchtwechsel, Bespritzen mit Kupferkalkbrühe (276).

U. ambiguus (DC.) Lév. auf beiden Blattseiten von *Allium scorodoprasum*, vielleicht auch anderen Allium-Arten mit rostroten Uredo- und schwarzen Teleutolagern (282).

*U. lineolatus (Desm.) Schroet. (*U. scirpi*) ist durch seine Pleophagie und Spezialisierung eigentümlich. Außer Spermogonien werden auf der Blattunterseite und auf den Blattstielen auf gelblichen bis bräunlichen Flecken Äcidien hervorgebracht auf *Pastinaca sativa*, *Oenanthe aquatica*, *Berula angustifolia*, *Sium latifolium*, *Hippuris vulgaris*, *Glaux maritima*. Die kleinen braunen Uredolager werden unterseits, die Teleutolager auf beiden Seiten auf gelblichen Blattstreifen auf *Scirpus maritimus* erzeugt (283).

*U. dactylidis Otth kommt in verschiedenen biologischen Formen vor, die im Frühjahr blattoberseits kleine Gruppen von Spermogonien und unterseits Gruppen von Äcidien auf bestimmten Ranunculus-Arten (*bulbosus*, *repens*, *lanuginosus*, *silvaticus*, *acer*, *polyanthemos* u. a.) hervorbringen (*Aecidium ranunculacearum* pr. p.), während

sich später ihre orangefarbenen Uredo- und schwarzen Teleutolager ähnlich dem Schwarzrost auf den Blättern und Blattscheiden von *Dactylis glomerata* entwickeln (288).

Ebenso bringt *U. poae Rab. in verschiedenen biologischen Formen im Frühjahr seine Äcidien auf Ranunculus-Arten (*ficaria*, *repens*, *bulbosus*, *auricomus*, *cassubicus*) hervor (*Aecidium ficariae* pr. p.), seine Uredo- und schwarzen Teleutolager dagegen auf mehreren Poa-Arten (290).

Puccinia Pers.

Spermogonien meist krugförmig und in das Gewebe der Nährpflanze eingesenkt, mit Mündungsparaphysen, seltener unmittelbar unter der Kutikula und halbkugelig. — Äcidien meist mit becherförmiger Peridie. — Uredosporen einzeln an den Hyphenenden abgeschnürt, kugelig bis länglich-ellipsoidisch, meist mit mehreren deutlichen Keimporen. — Teleutosporen auf getrennten Stielen, allermeist zweizellig, bei wenigen Arten vorwiegend einzellig, jede Zelle mit meist nur einem Keimporus. Sporidien einseitig abgeflacht, fast nierenförmig.

Die braunen oder schwarzen, pulverigen oder krustenförmigen Teleutolager brechen durch die Epidermis der Wirtspflanze hervor oder bleiben lange von ihr bedeckt. Die weitaus artenreichste Gattung, über 1200 Arten, *Uromyces* nahestehend. Teils autöcisch, teils heteröcisch.

Von dieser Gattung können drei Gruppen unterschieden werden:

I. Teleutosporenlager früh nackt und pulverig werdend, Teleutosporen auf zarten Stielen, leicht abfällig.

II. Teleutosporenlager früh nackt, aber nicht pulverig werdend, Teleutosporen auf festen, meist langen Stielen, nicht abfällig.

III. Teleutosporen dauernd von der Epidermis bedeckt, Teleutosporen mit kurzen oder fast fehlenden Stielen, festsitzend.

In der letzten Gruppe gibt es wiederum solche Arten, deren Teleutosporen am Scheitel Membranfortsätze haben und solche ohne Membranfortsätze.

Zur **Gruppe I** gehören:

P. liliacearum Dub., bringt gelbe Spermogonien und Äcidien, sowie auf beiden Blattseiten, besonders auf der vergilbenden Blattspitze, dunkelbraune Teleutolager an *Hyacinthus*, *Muscari*, *Ornithogalum* hervor (311).

P. Schroeteri Pass. bildet braune Teleutolager auf den Blättern von Narzissen (*N. poeticus*, *radiiflorus*, *pseudonarcissus* u. a.) (312).

P. Rossiana (Sacc.) Lag. (*P. scillae*) mit dunkelbraunen Teleutolagern auf den Blättern, besonders in der Nähe der Blattspitze, auf Scilla-Arten (*S. bifolia*, *cernua*) (312).

P. tulipae Schroet. mit schwarzbraunen Teleutolagern auf *Tulipa Gesneriana*, *suaveolens*.

P. galanthi Ung. mit Teleutolagern auf bleichen Blattflecken von *Galanthus nivalis* (312).

P. Passerinii Schroet. auf Thesium-Arten, deren Sprosse ganz von dem Äcidienmycel durchzogen und etwas deformiert sind. Spermogonien und Äcidien gleichmäßig zerstreut auf beiden Blattseiten, den Stengeln, manchmal auch Deckblättern und Blüten; später schwarzbraune Teleutolager, auch Uredosporen enthaltend (313).

(Auf Thesium kommen noch zwei andere P.-Arten vor.)

P. fusca (Relh.) Wint., der Anemonenrost, überwintert und perenniert in den Rhizomen von *Anemone nemorosa* u. a. und bewirkt Deformationen der Sprosse und Blätter. Dieselben sind kleiner, gedrungen, bleich, blütenlos, mit zahlreichen schwarzbraunen Spermo-



Fig. 9.

a, e durch *Ochropsora sorbi* (Ond.) Diet. (*Aecidium leucospermum*) deformierte *Anemone nemora.* *b, c* gesunde *Anemone ranunculoides.* *d* durch *Puccinia pruni spinosae* Pers. (*Aecidium punctatum*) deformierte *Anemone ranunculoides.* *f, g* durch *Puccinia fusca* (Relh.) Wint. deformierte *Anemone nemorosa.* (Alles nach v. Tubeuf.)

gonien und blattunterseits mit braunen Teleutolagern. Keine Äcidien und Uredo (320) (Fig. 9 *f, g*).

P. thalictri Chev. auf Thalictrum-Arten schwache Deformationen der befallenen Pflanzen hervorrufend, mit massenhaften dunkelbraunen Teleutolagern, scheint gleichfalls zu perennieren (322).

P. pulsatillae (Op.) Rostr. auf Pulsatilla-Arten, ebenfalls perennierend. Die befallenen Blätter sind länger und schmäler mit massenhaften braunen Teleutolagern auf der Blattunterseite (323).

*Von P. pruni spinosae Pers. (*P. pruni*), dem Pflaumenrost, sind zwei Formen mit zimtbraunen Uredo- und blattunterseits braunen Teleutolagern unterschieden: *f. typica* auf *Prunus spinosa*, *americana*, Pflaume, Zwetsche und *f. discolor* auf Pfirsich, Aprikose, Mandel. Die Uredosporen scheinen überwintern zu können (Fig. 10, 9 *b*, *c*, *d*). Der Pilz ruft gelegentlich, wenn er vorzeitigen Laubfall verursacht, ernstliche Schädigungen hervor. Die zugehörigen Spermogonien kommen auf beiden Blattseiten, die Äcidien (*Aecidium punctatum*) zerstreut auf der Blattunterseite von Anemonen-Arten vor (*A. coronaria*, *ranunculoides* u. a.), sowie *Eranthis hiemalis*, *Hepatica*, in denen der Pilz zu perennieren scheint und ähnliche Deformationen der Blätter verursacht, wie das viel häufigere *Aecidium leucospermum* (*Ochropsora sorbi*) (325).



Fig. 10. *Puccinia pruni spinosae* Pers. auf *Prunus domestica*. (Nach Dietel.)

P. cerasi (Bér.) Cast., der Kirschenrost, mit Uredo- und Teleutolagern auf der Blattunterseite von *Prunus cerasus*, *avium* u. a., kommt mehr in Südeuropa als in Deutschland vor.

P. ribis DC. (*P. grossulariae*) entwickelt anscheinend in verschiedenen biologischen Rassen nur dunkelbraune Teleutolager auf der Oberseite von gelben Blattflecken von verschiedenen Ribes-Arten (*R. grossularia*, *nigrum*, *rubrum*, *alpinum*, *petraeum* u. a.) (328).

P. violae (Schum.) DC., der Veilchenrost, bringt seine Spermogonien und Äcidien im Frühjahr auf vorgewölbten und verdickten gelblichen Stellen der Blätter, Blattstiele und Stengel, später seine hellbraunen Uredo- und dunkelbraunen Teleutolager hauptsächlich auf der Blattunterseite von verschiedenen Viola-Arten (*V. silvatica*, *odorata*, *hirta*, *arenaria*, *canina*, *tricolor*) hervor (331).

P. aegra Grove (*P. depauperans*) auf manchen Viola-Arten (*V. cornuta*, *lutea*, *tricolor*) mit perennierendem, die Nährpflanze deformierenden Mycel und zerstreuten Äcidien soll von der vorigen verschieden sein (333).

P. epilobii tetragoni (DC.) Winter auf mehreren Epilobium-Arten (*E. hirsutum, montanum, trigonum, roseum, tetragonum* u. a.). mit vielleicht perennierendem, ganze Sprosse blaß verfärbendem Äcidienmycel. Spermogonien und zahlreiche zerstreute Äcidien, sowie braune Uredo- und Teleutolager, oft ringförmig angeordnet, auf den Unterseiten der Blätter (335).

P. epilobii DC. mit ebenfalls perennierendem Mycel und ganze Sprosse etwas deformierend bildet nur dichtstehende rotbraune Teleutolager, besonders auf der Blattunterseite von *Epilobium roseum, palustre* und anderen (337).

*P. cari-bistortae Kleb. erzeugt im Frühjahr auf etwas angeschwollenen orangeroten Stellen an *Carum carvi, Angelica silvestris* Spermogonien und Äcidien, während die gelbroten Uredo- und schwarzbraunen Teleutolager auf der Blattunterseite von *Polygonum bistorta* gebildet werden (338).

P. aegopodii (Schum.) Mart. bringt auf *Aegopodium podagraria* auf beiden Blattseiten auf schwielenartigen weißlichen Flecken schwarze Teleutolager hervor (341).

P. petroselini (DC.) Liro (*P. bullata* pr. p.) in verschiedenen biologischen Formen auf Petersilie, Dill, *Aethusa cynapium* und einigen anderen Umbelliferen erzeugt blattunterseits Spermogonien, zimtbraune Uredo- und schwarzbraune Teleutolager, letztere auch an den Blattstielen und Stengeln (344).

P. conii (Strauß) Fuck. (*P. bullata* pr. p.) dem vorigen ähnlich auf *Conium maculatum* (345).

P. apii Desm. (*P. bullata* pr. p.), der Sellerierost, bringt am Sellerie auf der Blattunterseite auf gelblichen Flecken rotbraune Spermogonien und Äcidien und später sehr kleine braune Uredo- und schwarzbraune Teleutolager hervor (352).

P. pupleuri falcati (DC.) Wint., anscheinend perennierend und ganze Sprosse deformierend (bleichere, schmälere Blätter), erzeugt auf *Bupleurum falcatum* u. a. besonders auf der Blattunterseite Spermogonien und massenhaft Äcidien und später Uredo- und Teleutolager. (354.)

P. falcariae (Pers.) Fuck. (*Aecidium falcariae*), sehr häufig auf *Falcaria vulgaris*, ganze Sprosse befallend und auffällige Blattdeformationen verursachend mit Spermogonien, massenhaften zerstreuten Äcidien und später braunschwarzen Teleutolagern. Die Spermogonien verbreiten ähnlich wie *P. suaveolens* einen starken honigartigen Duft (355).

P. oreoselini (Strauß) Fuck. häufig auf *Peucedanum oreoselinum* mit Spermogonien und großen zimtbraunen primären Uredolagern auf hypertrophierten Stellen der Blattstiele und Nerven und später kleinen braunen sekundären Uredo- und schwarzbraunen Teleutolagern auf der Unterseite der Blätter (356).

P. pimpinellae (Strauß) Mart. auf Pimpinella-Arten mit Spermogonien und Äcidien gruppenweise oft auf hypertrophierten Stellen der Blattnerven, später auf der Blattunterseite braune Uredo- und schwarzbraune Teleutolager (364). — Zahlreiche weitere P.-Arten kommen auf anderen Umbelliferen vor.

P. primulae (DC.) Dub. kommt an Primula-Arten (*P. acaulis, elatior, officinalis, grandiflora*) vor, auf denen es blattunterseits gruppenweise Äcidien, braune Uredo und schwarzbraune, oft ringförmig die Äcidien umgebende Teleutolager hervorbringt (369).

P. vincae (DC.) Berk. deformiert ganze Triebe von Vinca-Arten (*V. minor* u. a.), auf denen Spermogonien, blattunterseits primäre braune Uredo und dunkelbraune Teleutolager entwickelt werden. Die sekundären Uredolager treten unterseits auf schwarzbraunen Blattflecken auf (371).

P. menthae Pers., der Minzenrost, tritt in mehreren spezialisierten Formen besonders an Mentha-Arten (*M. longifolia*, *viridis*, *arvensis*, *aquatica*, *piperita* u. a.), sowie *Calamintha*, *Clinopodium*, *Origanum*, *Satureja* und anderen Labiaten auf. Die Spermogonien und Äcidien erscheinen im Frühjahr an verdickten und verkrümmten Stellen von deformierten Stengeln und Blattstielen und auf gewölbten Blattflecken, vielleicht aus perennierendem Mycel hervorgehend. Später auf der Blattunterseite zimtbraune Uredo-, mitunter kreisförmig gestellt, und schwarzbraune Teleutolager. In Kulturen von Pfefferminze richtet dieser Rost, durch Feuchtigkeit begünstigt, zuweilen großen Schaden an.

P. caulincola Schn. befällt *Thymus serpyllum* und Verwandte, anscheinend prennierend. Stengel abnorm verlängert und mit dunkelbraunen Teleutolagern auf verdickten Stellen (371).

P. betonica (Alb. et Schwein.) DC. auf abnorm schmalen, bleichen und länger gestielten Blättern von *Betonica officinalis*, anscheinend in der Pflanze überwinternd, auf der Blattunterseite mit zahlreichen braunen Teleutolagern (376).

*P. argentata (Schultz) Wint. und P. albescens (Grev.) Plowr. im Mai auf *Adoxa moschatellina*, ganze Sprosse durchziehend und möglicherweise perennierend. Spermogonien und Äcidien auf der Blattunterseite, den Blattstielen und Stengeln. Erstere Art bringt ihre hellbraunen Uredo- und dunkelbraunen Teleutolager auf der Blattunterseite von *Impatiens nolitangere* u. a. hervor, letztere dagegen autöcisch auf *Adoxa* (377, 379).

P. adoxae Hediw. bringt auf derselben Wirtspflanze, und zwar meist alljährlich auf denselben Exemplaren, doch anscheinend nicht prennierend, auf verfärbten Blattstellen und an den Blattstielen nur dunkelbraune Teleutolager hervor (382).

P. lampsanae (Schultz) Fuck. häufig auf *Lampsana communis*. Spermogonien und Acidien besonders unterseits auf verdickten purpurroten Blattflecken, Blattrippen und Blattstielen und später zimtbraunen Uredo- und schwarzbraunen Teleutolagern besonders auf der Blattunterseite (393).

P. crepidis Schroet. auf *Crepis tectorum*, *virens*. Äcidienmycel Deformationen der ganzen Pflanze verursachend. Die Pflanzen bleiben viel schmächtiger und abnorm bleich und tragen Spermogonien und massenhaft zerstreute Acidien auf der Unterseite der Blätter. Später zimtbraune Uredo-, besonders unterseits, und braunschwarze Teleutolager unterseits an den Blättern und an den Stengeln (397).

P. tragopogonis (Pers.) Cord. auf Tragopogon-Arten durchzieht und deformiert ebenfalls ganze Sprosse; anscheinend perennierend. Spermogonien blattoberseits und an den Stengeln, Äcidien massenhaft zerstreut, besonders auf der Blattunterseite, auch an den Stengeln. Dunkelbraune Teleutolager auf den Blättern und an den Stengeln (401).

P. scorzonerae (Schum.) Jacky. Das Äcidienmycel perenniert vermutlich und deformiert ganze Sprosse von Scorzonera-Arten. Spermo-

gonien auf der Blattoberseite und am Stengel. Äcidien zerstreut auf den Blättern, Hüllblättern und Stengeln. Später branne Uredo- und schwarzbraune Teleutolager (403).

P. suaveolens (Pers.) Rostr. (*P. obtegens*) ist häufig auf *Cirsium arvense*, an der es auffällige Deformationen ganzer Sprosse verursacht. Dieselben sind bleich, abnorm gestreckt, meist ohne Blüten und die Blätter einfacher, schmaler, weniger stachelich (Fig. 11). Zuerst entstehen auf beiden Blattseiten massenhaft gelbe Spermogonien, die ähnlich



Fig. 11. Durch *Puccinia suaveolens* (Pers.) Rostr. deformierte *Cirsium arvense* (Nach v. Tubeuf.)

wie bei *P. falcariae* einen charakteristischen honigsüßen Geruch verbreiten. Darauf werden blattunterseits in der ersten Generation massenhaft, später vereinzelt schwarzbraune Uredo- und Teleutolager gebildet (404).

Ähnlich verhält sich P. cyani (Schleich.) Pers. auf *Centaurea cyanus* (405).

P. cichorii (D C.) Bell. auf Cichorien und Endivium, auf beiden Blatteilen dunkelbraune Uredo- und schwarze Teleutolager hervorbringend, tritt zuweilen so stark schädigend auf, daß die Blätter unverwertbar werden (422).

Für P. hieracii (Schum.) Mart., das auf zahlreichen Hieracium-Arten auf beiden Blattseiten, den Blattstielen und Stengeln Spermogonien und hauptsächlich auf der Blattoberseite braune Uredo- und schwarzbraune Teleutolager hervorbringt, ist eine weitgehende Spezialisierung nachgewiesen worden (428).

P. absinthii DC. in verschiedenen biologischen Formen auf Artemisia-Arten (*A. absinthium, dracunculus, vulgaris, abrotanum* u. a.) mit blaßbraunen Uredo- und schwarzbraunen Teleutolagern auf der Unterseite der Blätter (435).

Von den auf *Chrysanthemum indicum, sinense* u. a. vorkommenden P.-Arten ist P. chrysanthemi Roze der wichtigste. Sie bringt vorwiegend auf der Unterseite der Blätter auf gelblichbräunlichen Flecken rostbraune Uredo- und seltener dunkelbraune Teleutolager hervor. Spermogonien und Äcidien nicht bekannt. Die Überwinterung kann mittels Uredo stattfinden. Zuweilen richtet dieser aus Japan stammende Rost ernstlichen Schaden an kultivierten Chrysanthemum an. In Europa wurde er zuerst 1895 in England, 1897 in Deutschland beobachtet (437).

P. helianthi Schwein., der Sonnenblumenrost, auf *Helianthus annuus* und anderen H.-Arten mit Spermogonien und kreisförmig oder in Gruppen stehenden Äcidien und später braunen Uredo- und schwarzbraunen Teleutolagern auf der Blattunterseite (Fig. 12). Der Pilz kann in Sonnenblumenkulturen äußerst schädigend auftreten (438).

Zahlreiche weitere P.-Arten (*P. compositarum* pr. p.) kommen auf anderen Compositen vor.

Zur **2. Gruppe** der Gattung Puccinia gehören:

P. iridis (DC.) Wallr. auf Iris-Arten mit hellbraunen Uredo- und schwarzbraunen Teleutolagern. Spermogonien und Acidien unbekannt. Überwinterung mittels Uredosporen. (440.)

P. asparagi DC., der Spargelrost, tritt zuweilen ernstlich schädigend in Spargelanlagen auf. Zuerst werden, meist übersehen, Spermogonien- und gruppenweise stehende Äcidien, später zimtbraune Uredo- und schwarzbraune Teleutolager gebildet. Tau scheint der Verbreitung förderlicher zu sein als Regen. Feuchtigkeit begünstigt die Uredo-, Trockenheit die Teleutobildung. Die Anfälligkeit der verschiedenen Spargelsorten ist verschieden. In Amerika sind Kreuzungen gezüchtet, die sehr rostbeständig sind. Zur Bekämpfung sind empfohlen: im Herbst gründliches Sammeln und Vernichten aller vorhandenen Spargelstengel und im Frühjahr Abschneiden und Vernichten der äcidientragenden Stengel. (442.)

*P. obscura Schroet. (*Aecidium bellidis*) erzeugt auf *Bellis perennis* im Spätherbst und Winter auf verfärbten Flecken der Blätter Spermogonien und oft ringförmig gestellte Äcidien auf beiden Blattseiten. Hellgefärbte Uredo- beiderseits auf schwarzbraunen Blattflecken sowie schwarzbraune Teleutolager auf *Luzula campestris* und anderen L.-Arten. Oft durch Uredo überwinternd (446).

Sehr zahlreiche P.-Arten und Spezialformen leben auf Gramineen.

*P. Magnusiana Körn. mit Uredo- und schwarzbraunen Teleutolagern auf den Blättern, letztere auch auf den Blattscheiden von *Phragmites communis*. Die Spermogonien werden auf beiden Blattseiten, die Äcidien in Gruppen unterseits auf gelblichen Blattflecken, Blattstielen und Stengeln im Frühjahr an *Ranunculus bulbosus*, *repens* erzeugt (*Aecidium ranunculi repentis*) (449).

Von *P. graminis Pers. (*Uredo linearis*), dem Schwarzrost, Streifenrost, Halmrost oder gewöhnlichen Getreiderost, werden zurzeit folgende teils mehr, teils weniger scharf spezialisierte Formen unterschieden:

1. f. sp. *secalis Erikss. et Henn.* besonders auf Roggen, Gerste (*Hordeum vulgare*, *murinum* u. a.), Quecke, *Agropyrum caninum*, *Elymus arenarius*, *Bromus secalinus*;
2. f. sp. *tritici Erikss. et Henn.* weniger scharf fixiert, besonders auf Weizen, seltener auf Roggen, Gerste, Hafer, Bromus;



Fig. 12. *Puccinia helianthi* Schw. auf *Helianthus annuus.* (Nach Dietel.)

3. f. sp. *avenae Erikss. et Henn.* auf Hafer, sowie *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Milium effusum*, *Bromus arvensis*, *Festuca myurus*, *sciuroides*, *ovina*, *tenuiflora*, *Phalaris canariensis*, *Briza media*, *Koeleria*, *Holcus*, zuweilen auch Gerste, Roggen u. a.;
4. f. sp. *airae Erikss. et Henn.* auf *Aira caespitosa*, *flexuosa*;
5. f. sp. *agrostis Erikss. et Henn.* auf *Agrostis canina*, *alba*, *vulgaris*, *stolonifera*, *Koeleria*, *Holcus*, *Dactylis*, *Alopecurus*;
6. f. sp. *poae Erikss. et Henn.* auf *Poa compressa*, *pratensis*, *caesia*;
7. f. sp. *hordei Freem. et Johns.* auf Gerste, schwächer auf Roggen und Weizen;
8. f. sp. *calamagrostis* auf *Calamagrostis epigeios*;

9. f. sp. *apera* auf *Apera spica venti*;
10. f. sp. *festucae arundinaceae Kleb* auf *Festuca arundinacea;*
11. f. sp. *phlei pratensis* auf *Phleum pratense*, *Koeleria*, *Holcus*, *Dactylis*, *Alopecurus*.

Die länglichen gelbbraunen bis kaffeebraunen Uredolager erscheinen auf zerstreuten gelblichen Flecken auf den Blättern und besonders zahlreich in langen Reihen und Streifen auf den Blattscheiden. Etwa zwei Wochen später treten ganz besonders an den Blattscheiden und Halmen die langgestreckten, oft zusammenfließenden schwarzbraunen bis schwarze Teleutolager auf. Die im Frühjahr gebildeten Sporidien bringen im Mai bis Juli an *Berberis vulgaris* auf den Blättern, Blattstielen, Trieben, jungen Früchten, sowie auf den jungen Früchten von *Mahonia aquifolium* orange bis rote Flecke hervor und auf diesen oberseits dunkle Spermogonien und unterseits Äcidien (*Aecidium berberidis*) (Fig. 2, *13*. 13, *1—3*). Der Schwarzrost ist wohl der verbreitetste Gramineenrost, wenn auch keineswegs in jedem Jahr der am stärksten auftretende Getreiderost. Er erscheint hauptsächlich im Juli, auf Wintergetreide früher, auf Sommergetreide später. Bei frühzeitigem heftigen Befall, zumal wenn auch die Ähren stark infiziert sind, leidet beim Roggen und Weizen die Körnerentwicklung sehr, so daß beim Winterroggen fast gänzliche Unfruchtbarkeit und vorzeitiges Absterben der Pflanze vorkommen kann. In manchen Gegenden, besonders im Norden, spielt der Wirtswechsel des Schwarzrostes anscheinend eine größere Rolle als anderswo, wo der Pilz auch ohne Berberitze stark auftreten und sich jedenfalls in der Uredoform von einem Jahr zum andern erhalten kann (451).

*P. longissima Schroet. mit rostroten, strichförmigen Uredolagern blattoberseits auf gelb-rotbraunen Flecken, seltener an den Blattscheiden und schwarzen Teleutolagern oberseits auf rotbraunen Blattflecken von Koehleria-Arten. Die Spermogonien und auf beiden Blattseiten einzeln stehenden Äcidien werden auf etwas deformierten Sprossen von *Sedum reflexum*, *acre*, *boloniense* (*Aecidium sedi*) möglicherweise aus perennierendem Mycel hervorgebracht (463).

*P. maydis Bér., der Maisrost, mit länglichen hellbraunen Uredo- und schwarzen Teleutolagern auf den Blättern vom Mais in maisbauenden Ländern verbreitet und jedenfalls aus Amerika eingeschleppt, kommt seit langem auch in Europa vor. Die Spermogonien und ringförmig stehenden Äcidien werden auf der Blattunterseite von *Oxalis corniculata*, *stricta*, *cymosa* u. a. gebildet, in Europa jedoch anscheinend so selten, daß sie für die Erhaltung des Pilzes nicht wesentlich sein dürften (465).

*P. phragmitis (Schum.) Körn. mit langen braunen Uredolagern auf beiden Blattseiten und langen, starkgewölbten, schwarzbraunen Teleutolagern auf *Phragmites communis*. Im Frühjahr werden die Spermogonien blattoberseits, die Äcidien unterseits auf rot oder violett umsäumten Blattflecken mehrerer Rumex-Arten (*R. conglomeratus*, *obtusifolius*, *crispus*, *hybridus*, *hydrolapathum*, *maximus*, *domesticus*) sowie auf *Rheum officinale*, *undulatum* entwickelt (*Aecidium rumicis*) (467).

*P. Trailii Plowr., dem vorigen sehr ähnlich, mit rotbraunen Uredo auf beiden Blattseiten und braunschwarzen Teleutolagern auf *Phragmites communis* und im Frühjahr Spermogonien und auf der Blattunterseite Äcidien auf *Rumex acetosa* (469).

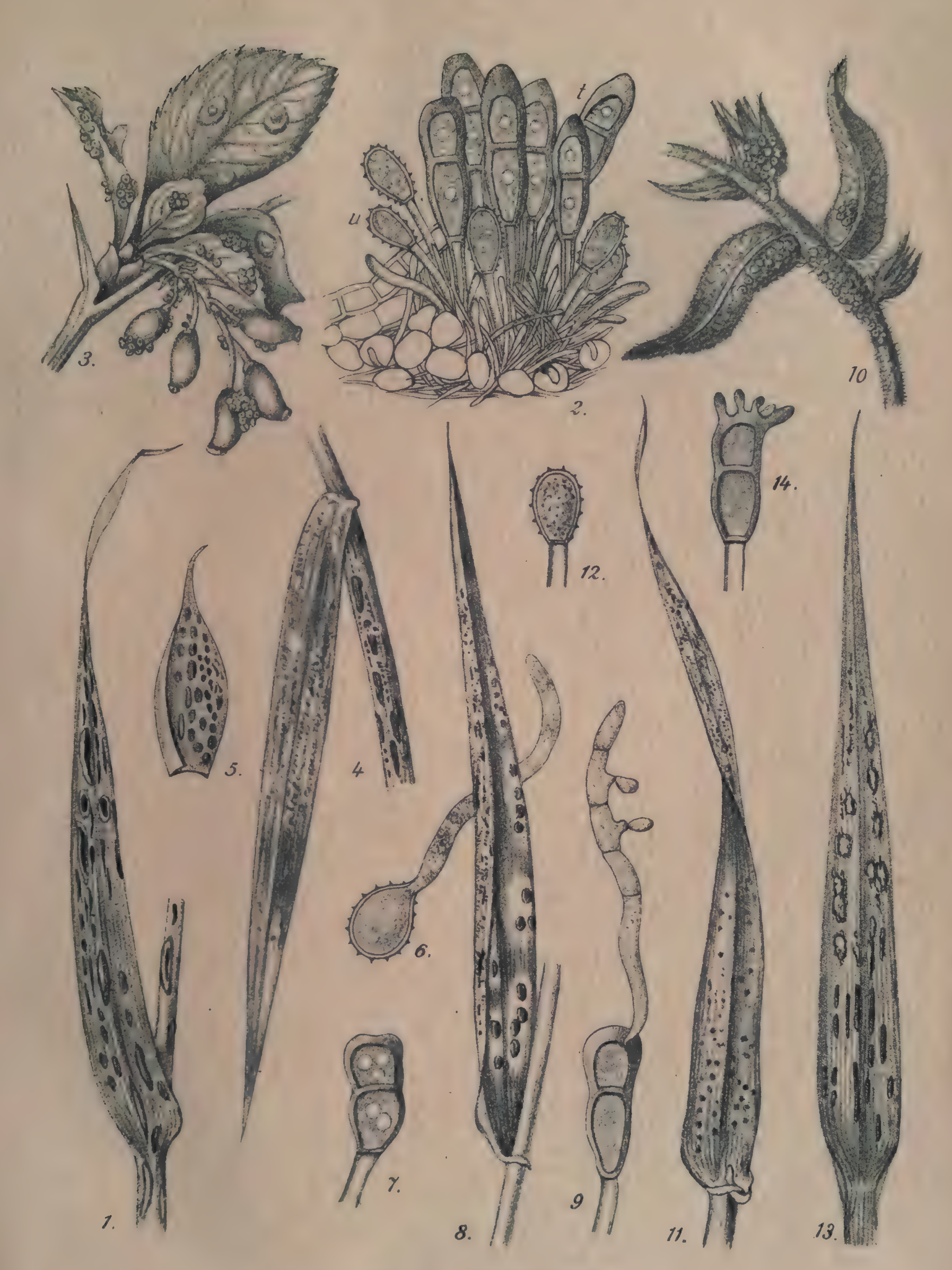


Fig. 13. Getreideroste.

1—3 Puccinia graminis Pers. *1* Uredo- und Teleutosporenlager auf Roggen, *2* Schnitt durch ein Lager mit Uredosporen *u* und Teleutosporen *t*, *3* Acidien auf der Berberitze. *4—7 P. glumarum* (Schmidt) Eriks. et Henn. *4* Uredo- und Teleutosporenlager auf Weizen, *5* dieselben auf einer äußeren Deckspelze, *6* keimende Uredospore, *7* Teleutospore. *8—10 P. dispersa* Eriks. *8* Uredo- und Teleutosporenlager auf Roggen, *9* keimende Teleutospore, *10* Äcidien auf *Anchusa arvensis*. *11—12 P. simplex* (Körn.) Eriks. et Henn. *11* Uredo- und Teleutosporenlager auf Gerste, *12* Uredospore. *13—14 P. coronifera* Kleb. *13* Uredo- und Teleutosporenlager auf Hbfer, *14* Teleutospore. (Nach Eriksson.)

*P. isiacae (Thüm.) Wint. ist durch eine ganz außergewöhnliche Pleophagie ausgezeichnet, da sie ihre Spermogonien und Äcidien auf zahlreichen Pflanzen der verschiedensten Gattungen erzeugt (*Lepidium*, *Thlaspi*, *Barbaraea*, *Isatis*, *Erysimum*, *Capsella*, *Sisymbrium*, *Biscutella*, *Nasturtium*, *Raphanus*, *Stellaria*, *Spinacia*, *Anethum*, *Bupleurum*, *Valerianella*, *Myosotis*, *Galeopsis*, *Lamium*, *Tropaeolum*, *Cleome*, *Veronica*). Die Uredo und Teleuto werden wie die der vorigen auf *Phragmites communis* entwickelt (471).

P. phlei pratensis Erikss. et Henn. mit langen zusammenfließenden gelbbraunen Uredo und schwarzen Teleuto auf den Blattscheiden und Halmen von *Phleum pratense* u. a. (479).

P. anthoxanthi Fuck. mit gelblich rostfarbenen Uredo beiderseits auf gelblichen Flecken und schwarzbraunen Teleuto auf beiden Blattseiten von *Anthoxanthum odoratum*, *Puelii* (480).

Sehr zahlreich sind die früher großenteils als *P. caricis* zusammengefaßten P.-Arten, die ihre Uredo und Teleuto auf Carex-Arten entwickeln. (Viele Carex-Roste bringen ihre Äcidien auf Kompositen hervor.) Als besonders bemerkenswert seien nur folgende genannt.

*P. urticae-caricis (Schum.) Reb. mit mehreren Spezialformen. Im Frühjahr werden an *Urtica dioica*, *urens* u. a. auf der Blattoberseite Spermogonien und auf der Unterseite verdickter und gekrümmter orangeroter Blattflecke, sowie angeschwollener und gekrümmter roter Stellen der Blattstiele und Stengel Äcidien hervorgebracht (*Aecidium Urticae*). Die hellbraunen Uredo werden beiderseits auf kleinen gelblichen Blattflecken, die braunschwarzen Teleutolager ebenfalls beiderseits auf *Carex acuta*, *Goodenoughii*, *hirta*, *acutiformis*, *vesicaria*, *stricta*, *riparia* u. a. erzeugt (484.)

*P. ribesii-caricis Kleb. mit mehreren Spezialformen bringt seine Spermogonien besonders oberseits, die Äcidien unterseits auf etwas angeschwollenen gelbroten Flecken auf Blättern, Blattstielen und Früchten von Stachel- und Johannisbeeren, sowie *Ribes nigrum*, *alpinum*, *aureum*, *sanguineum* hervor (*Aecidium grossulariae*). Bei stärkerem Befall kann besonders an Stachelbeeren eine Entwertung zahlreicher Früchte verursacht werden. Die verschiedenen Sorten sind etwas ungleich stark anfällig. Die gelbbraunen Uredo werden auf der Unterseite gelber Flecke, die braunschwarzen Teleuto ebenfalls unterseits auf den Blättern verschiedener Carex-Arten (*C. acuta*, *stricta*, *caespitosa*, *Goodenoughii*, *riparia*, *acutiformis*, *pseudocyperus*, *paniculata*, *paradoxa* u. a.) gebildet. Zur Bekämpfung dieses Beerenobstschädlings würde Ausrotten der in der Umgebung vorhandenen Carex-Arten bzw. Vermeidung von Beerenobstanlagen in feuchten mit Carex bestandenen Lagen in Frage kommen. Außerdem sind Bespritzungen der Sträucher mit Kupferkalkbrühe im April bis Mai, bevor eine Infektion stattgefunden hat, empfohlen worden (490).

*P. Opizii Bub. erzeugt auf der Blattoberseite Spermogonien und auf der Blattunterseite auf gelben oder violetten Flecken Gruppen von Äcidien an Lactuca-Arten (*L. muralis*, *scariola*, *virosa*, *sativa*), *Lampsana communis* und wohl auch *Crepis biennis*, *virens*, *taraxacifolia*. In Deutschland an Kopfsalat bisher nur äußerst selten beobachtet (Prov. Brandenburg, Mai 1921). Die zugehörigen kleinen schokoladenbraunen Uredolager und schwarzen Teleutolager werden auf kleinen gelblichen Flecken auf den Blättern und Halmen von *Carex muricata*, *siccata* hervorgebracht (498).

P. asteris Dub. mit schwarzbraunen Teleuto unterseits auf verfärbten Blattflecken von *Aster amellus*, *salignus*, *linosyris*, *tripolium*, *alpinus* u. a. (524).

P. arenariae (Schum.) Wint. (*P. caryophyllearum*) auf zahlreichen *Caryophyllaceen*, z. B. auch *Dianthus barbatus*, *chinensis*, wohl in verschiedenen biologischen Formen mit meist in Gruppen oder kreisförmig stehenden braunen Teleuto auf blaß gelblichen Blattflecken (540).

P. spergulae DC. mit schwarzbraunen Teleutolagern auf *Spergula arvensis* u. a. (542).

P. buxi DC, der Buxbaumrost, mit vereinzelten großen polsterförmigen Teleutolagern auf etwas verdickten Blattstellen von *Buxus sempervirens*, ist im allgemeinen nicht allzu häufig (549) (Fig. 15).

P. malvacearum Mont., der Malvenrost, mit braunen gewölbten Teleutolagern auf weißlichen, gelben oder bräunlichen, oft vertieften Flecken auf der Blattunterseite, den Blattnerven, Blattstielen, Stengeln, Kelchblättern, Früchten von zahlreichen Malvaceen (*Malva*, *Malvastrum*, *Althaea*, *Lavatera*, *Malope*, *Sida*, *Kitaibelia* u. a.) (Fig. 14). Der an den einheimischen wie kultivierten Malvaceen sehr verbreitete Pilz stammt anscheinend aus Chile. In Europa wurde er zuerst 1869, in Deutschland zuerst 1873 gefunden. An den kultivierten Arten wie *Althaea rosea*, *officinalis* tritt der Malvenrost oft äußerst verderblich auf (550).



Fig. 14. *Puccinia malvacearum* Mont. auf *Malva neglecta*. (Nach Dietel.)
Fig. 15. *Puccinia buxi* DC. auf *Buxus sempervirens*. (Nach Dietel.)

P. veronicarum DC. mit verschiedenen Formen auf *Veronica longifolia*, *spicata*, *officinalis*, *urticaefolia* erzeugt unterseits auf hellen Blattflecken braune, oft kreisförmig stehende Teleutolager. Ganz ähnlich ist P. veronicae Schroet. auf *Veronica montana* (557, 558).

Zur **Gruppe III** gehören:

P. porri (Sow.) Wint., der Lauch- oder Zwiebelrost, kommt an verschiedenen Allium-Arten (*A. schoenoprasum*, *porrum*, *fistulosum*, *cepa*, *sativum*, *scorodoprasum* u. a.) vor, auf denen er ringförmig gestellte

Äcidien, rotgelbe Uredo- und schwarze Teleutolager hervorbringt. Die Pflanzen werden dadurch manchmal mehr oder weniger stark geschädigt. Als Gegenmaßnahme wird Vernichtung des Zwiebelstrohes und Abschneiden und Vernichten der äcidientragenden Teile empfohlen (573).

P. allii (DC.) Rud. mit gelben Uredo- und schwarzen Teleutolagern kommt gleichfalls an verschiedenen Allium-Arten (*A. sphaerocephalum, sativum, oleraceum, fistulosum* u. a.) vor (576).

*P. smilacearum-digraphidis Kleb. (*P. sessilis* pr. p.) kommt in verschiedenen zum Teil unscharf fixierten Spezialformen vor. Die orange Spermogonien werden auf beiden Blattseiten, die Äcidien unterseits in Gruppen oder kreisförmig gestellt auf gelblichen Blattflecken von *Polygonatum, multiflorum, officinale, verticillatum, Convallaria majalis, Majanthemum bifolium, Paris quadrifolia* (*Aecidium convallariae)* im Mai bis Juni gebildet. Die zugehörigen rostfarbenen Uredo- und schwarzen Teleutolager erscheinen auf beiden Blattseiten von *Phalaris arundinacea.* In Maiblumenzüchtereien tritt der Pilz manchmal recht lästig und schädlich auf (579).

Andere gleiche Uredo- und Teleutolager auf *Phalaris arundinacea* hervorbringende P.-Arten entwickeln ihre Spermogonien und Äcidien auf anderen Monocotylen (*Allium ursinum, schoenoprasum, Leucojum, Orchis, Platanthera, Gymnadenia, Listera, Arum maculatum*) (580—587).

Sehr zahlreiche P.-Arten dieser Gruppe bilden ihre Uredo- und Teleutolager auf Gräsern.

*P. arrhenatheri (Kleb.) Erikss. mit rostfarbenen Uredo hauptsächlich auf der Oberseite gelber Blattflecke und kleinen schwarzen Teleutolagern auf der Blattunterseite von *Arrenatherum elatius.* Das Äcidienmycel perenniert auf *Berberis vulgaris*, dessen befallene Triebe hexenbesenartig deformiert werden, und erzeugt im Frühjahr auf den ersten Blättern zuerst massenhaft zerstreute Spermogonien und auf den Blattunterseiten massenhaft Äcidien, auf den späteren Blättern gruppenweise stehende Äcidien. (*Aecidium graveolens, A. magelhaenicum* pr. p.) (589).

*P. perplexans Plowr. mit rostfarbenen Uredo beiderseits auf gelblichen Blattflecken, glänzend schwarzen Teleutolagern auf der Blattunterseite von *Alopecurus pratensis.* Im Frühjahr blattoberseits Spermogonien und Äcidien unterseits auf gelblichen etwas verdickten Flecken von *Ranunculus acer* (*Aecidium ranunculacearum* pr. p.) (591).

*P. agrostis Plowr. mit hellorangen Uredo beiderseits auf gelben Blattflecken und dunkelbraunen oft ringförmig angeordneten Teleutolagern auf den Blättern von *Agrostis vulgaris, alba.* Die Spermogonien werden auf beiden Blattseiten, die Äcidien in Gruppen unterseits auf den Blättern von *Aquilegia vulgaris, alpina* u. a. gebildet. (*Aecidium aquilegiae)* (593).

*P. elymi West. (*Rostrupia elymi*) mit hellbraunen Uredo oberseits und grauen Teleuto unterseits auf den Blättern von *Elymus arenarius.* Die Spermogonien und Äcidien werden auf *Thalictrum minus* gebildet (*Aecidium thalictri* pr. p.) (598).

*P. dispersa Erikss. (*P. rubigo-vera* pr. p., *P. straminis*). Der Braunrost des Roggens erzeugt besonders im Juni zerstreute rostbraune Uredolager hauptsächlich oberseits und einige Wochen später schwarzbraune Teleutolager unterseits auf den Blättern des Roggens sowie *Secale montanum*; außerdem tritt er auch im Herbst etwa einen Monat nach der Aussaat, sowie im zeitigen Frühjahr auf (Fig. 13, *8–10*). Der verursachte Ausfall an Kornernte ist gelegentlich 10–15 %. Am meisten

wird früh gesäter Roggen heimgesucht. Auch die Herbstaussaat kann schwer geschädigt werden. Die Teleutosporen sind sogleich keimfähig und können in der Regel nicht überwintern. Die Sporidien erzeugen große orangefarbene Flecke mit oberseits Spermogonien und unterseits Äcidien (*Aecidium anchusae*) auf den Blättern, Stengeln und Kelchblättern von *Lycopsis arvensis* und *Anchusa officinalis* (sowie *A. italica*), und zwar besonders im Juli bis September, zuweilen auch vom Frühjahr bis zum Herbst; doch sind sie für die Erhaltung des Rostes wohl von keiner wesentlichen Bedeutung, da der Pilz auch mittels der Uredo überwintern kann (601).

*P. symphyti-bromorum Müll. (*P. bromina*) in spezialisierten Formen mit braunen Uredo blattoberseits und Teleutolagern unterseits an den Blättern von *Bromus mollis*, *secalinus*, *arvensis*, *sterilis*, *tectorum*, *erectus*, *inermis*. Die Spermogonien werden im Frühjahr blattoberseits und die Äcidien in Gruppen an den Blättern, Stengeln, Kelchen von *Symphytum officinale*, *Lithospermum arvense*, sowie *Pulmonaria montana* gebildet (*Aecidium symphyti*, *Aec. pulmonariae*, *Aec. lithospermi*) (605).

*P. poarum Niels. mit orangegelben Uredo- oberseits und schwarzen Teleutolagern beiderseits auf den Blättern von Poa-Arten (*P. pratensis*, *alpina*, *compressa*, *trivialis*, *nemoralis*, *palustris*, *serotina*, *annua*). Der Pilz kann mittels Uredo überwintern. Die Spermogonien werden oberseits, die Äcidien in Gruppen unterseits auf gelben, rot oder violett gesäumten Blattflecken und am Blattstiel von *Tussilago farfara* hervorgebracht (*Aecidium tussilaginis*) (609).

*P. simplex (Körn.) Erikss. et Henn. (*P. straminis var. simplex*, *P. hordei*), der Zwergrost der Gerste, der häufigste Gerstenrost, erscheint im August mit massenhaften sehr kleinen organgegelben Uredo auf der Oberseite und sehr kleinen schwarzen Teleutolagern unterseits an den Blättern, Blattscheiden, mitunter auch Ähren und Spelzengrannen der Gerste (Fig. 13, *11—12*). Er richtet öfter bedeutenden Schaden an. Die Überwinterung kann mittels Uredo erfolgen, doch vermag der Pilz auch Äcidien zu erzeugen auf *Ornithogalum umbellatum* (*Aecidium ornithogaleum*) (613).

P. triticina Erikss. (*P. dispersa f. tritici*, *P. rubigo vera* pr. p., *striaeformis* pr. p., *straminis* pr. p.), der Braunrost des Weizens, noch verbreiteter als der Braunrost des Roggens, mit rostbraunen Uredo besonders oberseits und später schwarzbraunen Teleutolagern unterseits an den Blättern, zuweilen auch den Blattscheiden und Halmen. Die Sortenanfälligkeit ist sehr verschieden. Begrannte Formen werden in den Ähren meist viel stärker befallen als grannenlose. Sehr widerstandsfähig sind meist *Triticum monococcum*, *durum*. Früh gesäter Sommerweizen mit Chilisalpeterdüngung ist oft besonders stark befallen. Die Überwinterung kann mittels Uredo erfolgen. Spermogonien und Äcidien sind nicht bekannt (615).

P. dactylina Bub. mit rostbraunen Uredo und schwarzen Teleutolagern auf beiden Blattseiten von *Dactylis glomerata*. Spermogonien und Äcidien unbekannt (619).

P. triseti Erikss. mit bräunlichgelben Uredo besonders oberseits und schwarzbraunen Teleuto unterseits an den Blättern von *Trisetum flavescens* (670).

P. holcina Erikss. mit gelbbraunen Uredo gruppenweise besonders blattoberseits und schwarzbraunen Teleuto auf den Blattscheiden von *Holcus mollis*, *lanatus* (621).

P. glumarum (Schmidt) Erikss. et Henn. (*P. rubigo-vera* pr. p.), der Gelbrost, mit verschiedenen spezialisierten Formen. Neuerdings werden unterschieden:

1. f. tritici Erikss. auf Weizen sowie *Dactylis glomerata;*
2. f. hordei Erikss. auf Hafer;
3. f. secalis Erikss. auf Roggen;
4. f. elymi Erikss. auf *Elymus arenarius*;
5. f. agropyri Erikss. auf *Agropyrum repens.*

Der Gelbrost ist ausgezeichnet durch kleine hell zitronen- bis orangegelbe Uredolager, die hauptsächlich im Juni in langen Reihen und Streifen auf beiden Blattseiten, zuweilen auch an den Ähren auftreten, und ein paar Wochen später ebenfalls in Reihen angeordnete punkt- oder strichförmige braunschwarze Teleutolager an den Blättern, Blattscheiden, Halmen, Spelzen und Kornschalen, infolgedessen die Körner einschrumpfen („Rostkörner") (Fig. 13, *4–7*). Nicht selten tritt der Pilz mehr oder weniger stark auch im Spätherbst am jungen Winterweizen und im Frühjahr auf. Der Gelbrost ist vielleicht der wichtigste, schädlichste Getreiderost, besonders für Weizen, obwohl auch Roggen zuweilen schwer geschädigt wird. Außer einer mehr oder weniger großen Ertragsverminderung wird auch der Futterwert des Strohes durch den Rost erheblich herabgesetzt. Anscheinend stellt der Gelbrost etwas andere Ansprüche an die Witterungsverhältnisse als andere Getreideroste, z. B. der etwas später auftretende Braunrost des Weizens. Die Anfälligkeit der Sorten ist sehr verschieden. Nicht oder nur unerheblich befallen werden *Triticum monococcum*, *durum*, *turgidum*. Winterweizen wird stärker als Sommerweizen heimgesucht, Winterroggen oft schwächer als Sommerroggen. Manche Weizensorten, z. B. Landweizensorten, sind stärker für Gelbrost, manche, z. B. gewisse Hochzuchtsorten, stärker für Braunrost empfänglich. Die meisten Weizensorten werden nur in sogenannten „Gelbrostjahren" schwer geschädigt, in anderen Jahren dagegen nur wenig. Die Überwinterung des Gelbrostes kann mittels Uredo erfolgen. Spermogonien und Äcidien nicht bekannt (623).

Zu den Puccinia-Arten der **III. Gruppe**, deren Teleutosporen am Scheitel hornartige Fortsätze haben, gehören die folgenden:

*P. coronata Cord. mit kleinen orangefarbenen Uredolagern hauptsächlich auf der Blattoberseite und kleinen grauschwarzen Teleutolagern vorwiegend auf der Blattunterseite. Es werden mehrere spezialisierte Formen unterschieden: *f. calamagrostidis* Erikss. auf *Calamagrostis arundinacea, lanceolata, Halleriana*, seltener *Phalaris arundinacea*, *f. phalaridis* Kleb. besonders auf *Phalaris arundinacea*, *f. holci* Kleb. auf *Holcus mollis, lanatus*. *f. agrostidis* Erikss. auf *Agrostis vulgaris, stolonifera.* Die zugehörigen Spermogonien werden oberseits, die Äcidien unterseits im Mai—Juni auf gelbroten Flecken der Blätter, Blütenteile, Früchte und Triebe von *Frangula alnus*, sowie gewissen ausländischen Rhamnus-Arten hervorgebracht (*Aecidium frangulae*) (630).

*P. coronifera Kleb. (*P. coronata* pr. p., *P. lolii*) erzeugt im Hochsommer vorwiegend auf der Blattoberseite und den Blattscheiden orangegelbe Uredolager und einige Wochen später vorwiegend auf der Blattunterseite und den Blattscheiden auf gelben Flecken meist rauten- oder ringförmig um die Uredo angeordnete grauschwarze Teleutolager in mehreren zum Teil nur unscharf fixierten Spezialformen an zahlreichen Gräsern (Fig. 13, *13—14*). Es werden unterschieden:

1. *f. avenae* Erikss. auf Hafer: der Kronenrost des Hafers oder Haferblattrost; er ist im allgemeinen der häufigste und schädlichste Rost des Hafers, auf dem er meist Ende Juli bis Anfang August erscheint, oft besonders stark auf tiefliegenden Feldern und auf nassen Gründen;
2. *f. alopecuri* Erikss. auf *Alopecurus pratensis*, *arundinaceus*, zuweilen auch auf Hafer;
3. *f. festucae* Erikss. besonders auf *Festuca elatior*, *gigantea*;
4. *f. lolii (Niels.)* Erikss. auf *Lolium perenne*, *temulentum*, zuweilen auch *Festuca elatior* u. a.;
5. *f. glyceriae* Erikss. auf *Glyceria aquatica*;
6. *f. agropyri* Erikss. auf Quecke;
7. *f. epigaei* Erikss. auf *Calamagrostis epigeios*, selten auf Hafer;
8. *f. holci* Kleb. auf *Holcus mollis*, *lanatus*;
9. *f. bromi* Mühl. auf mehreren Bromus-Arten;
10. *f. arrhenatheri* Kleb. auf *Arrhenatherum elatius*.

Vermutlich kann der Pilz in der Uredoform überwintern. Die zugehörigen Spermogonien werden oberseits, die Äcidien unterseits auf gelbroten angeschwollenen Flecken der Blätter, Blüten und Triebe von *Rhamnus cathartica* sowie *saxatilis* und gewissen ausländischen Rhamnus-Arten im Mai—Juni hervorgebracht (*Aecidium catharticae*) (635).

*P. festucae Plowr. bringt blattoberseits braunorange Uredolager und dunkelbraune Teleutolager an *Festuca ovina*, *duriuscula*, *rubra* u. a. hervor, während die Spermogonien und kreis- oder gruppenförmig gestellten Äcidien auf blassen, gelblichbräunlichen Blattflecken von *Lonicera periclymenum*, *nigra*, *xylosteum*, *coerulea*, *alpigena* u. a. im Mai—Juni erzeugt werden (645).

Allgemeines über die Getreideroste und Bekämpfung derselben.

Die Rostpilze des Getreides müssen zu den wichtigsten Feinden des Getreidebaues gerechnet werden. Schon im Altertum war der Getreiderost bekannt, den Griechen als Erysibe, den Römern als Rubigo oder Robigo. „Die letzteren verehrten eine besondere Gottheit, Robigo oder Robigus, die sie durch Opfer und Feste, die sogen. Robigalien, welche jährlich am 25. April gefeiert wurden, zur Abwendung der Krankheit geneigt zu machen suchten" (Frank). Erst zu Anfang des 19. Jahrhunderts wurde die pilzliche Natur des Rostes, den man bis dahin für eine krankhafte Bildung der Pflanze hielt, hervorgerufen durch ungünstige äußere, besonders Witterungseinflüsse, erkannt. Zuerst 1817 von Schöller, dann 1863 eingehend durch de Bary wurde der von den Praktikern schon vorausgeahnte und von Willdenow bereits 1805 behauptete Generationswechsel des Schwarzrostes wissenschaftlich nachgewiesen. Über die Höhe der durch Getreideroste verursachten Schäden sind mancherlei Angaben gemacht. Als Beispiel sei angeführt, daß in Preußen in dem Rostjahr 1891 die Weizenernte 10 574 000 Doppelzentner, der Ausfall durch Rostkrankheit 3 316 000 Doppelzentner = 72 952 000 Mark, die Roggenernte 30 505 000 Doppelzentner, der Ausfall durch Rost 8 209 000 Doppelzentner = 180 596 000 Mark, die Haferernte 32 165 000 Doppelzentner, der Ausfall durch Rost 10 325 000 Doppelzentner = 165 202 000 Mark, und also an Weizen, Roggen, Hafer der Verlust 418 750 000 Mark (alles Goldmark), d. h. fast ein Drittel aller als Getreide produzierten Werte betragen haben soll. Für das Gebiet

der englischen Kolonien in Australien ist der Verlust an Weizenernte durch die Rostkrankheit für 1890/91 auf 2 500 000 Pfd. Sterling = 50 000 000 Mark berechnet, für Schweden der Verlust an Hafer 1889 auf 18 000 000 Mark, für Ungarn der Verlust an Weizen in manchen Jahren auf mindestens 18 000 000 Gulden, für die Vereinigten Staaten von Nordamerika der Schaden an Weizenernte 1889 auf 18 000 000 Mark, 1891 sogar auf 1 340 000 000 Mark und durchschnittlich jährlich auf 270 000 000 Mark. Es ist schwer festzustellen und sei dahingestellt, wieweit diese Angaben den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen. Zuweilen werden auch trotz starken Rostbefalls gute Ernten erzielt. Daß der Schaden, den der Rost dem Getreidebau zuzufügen vermag, ein recht erheblicher sein kann, wird sich aber nicht bestreiten lassen. Eine Verhütung oder wenigstens möglichste Herabminderung der Rostpilzschäden des Getreides ist daher besonders erstrebenswert.

Nicht außer acht gelassen werden darf auch, daß Verfütterung von stark rostigem Gras und Klee Erkrankungen, Schwellungen und Entzündungen der Schleimhäute beim Vieh hervorzurufen vermag, und daß auch die Arbeiter durch Dreschen von stark mit Rost befallenem Getreide Schwellungen der Nasen-, Mund- und Rachenschleimhaut bekommen können.

Die auf dem Getreidestroh sitzenden Teleutosporen sind, soweit sie nicht schon im Herbst keimen, im Frühjahr nur dann keimfähig, wenn das Stroh den Winter über im Freien den Witterungseinflüssen ausgesetzt war. Auch an untergepflügtem Stroh und Stoppeln bleibt die Keimkraft der Teleutosporen den Winter über erhalten. Bei Aufbewahrung im Haus oder in der Scheune geht sie indes verloren, so daß derartiges Stroh im nächsten Frühjahr als Rostquelle ungefährlich sein dürfte. Die von den Teleutosporen entwickelten Sporidien können das Getreide nach den bisherigen Erfahrungen nicht infizieren. Das neue Auftreten des Getreiderostes wußte man sich, wo es nicht auf Äcidiosporen zurückgeführt werden kann, lange nicht recht zu erklären. Indessen, wenn auch die meisten Uredosporen im Winter zugrunde gehen, so können sich doch nachgewiesenermaßen manche und vermutlich sogar alle Getreideroste unter günstigen Verhältnissen und in milden Wintern mittels Uredosporen von einem Jahr zum andern fortpflanzen. Da sich besonders im Juni (und angeblich unabhängig davon in geringerem Grade schon im Frühjahr, sowie am Wintergetreide im Spätherbst) manchmal, z. B. beim Gelbrost, ein anscheinend ziemlich plötzliches starkes Auftreten des Rostes bemerkbar macht, ist versucht worden, diesen „Ausbruch" der Krankheit dadurch zu erklären, daß der Rostpilz schon längere Zeit in latentem Zustande überall in der Pflanze vorhanden war, dann aber in einem gewissen Abschnitt der Entwicklung der Wirtspflanze, zu einer gewissen Jahreszeit und unter bestimmten äußeren Verhältnissen zur Mycel- und Sporenentwicklung übergeht. In dem Ruhestadium soll sich der Pilz im Inneren der Zellen der Wirtspflanze als ein gestaltloser Plasmakörper, eine Art Plasmodium, das mit dem Zellinhalt der Wirtspflanze als „Mykoplasma" innig vermischt ist, mehrere Wochen oder Monate, vielleicht sogar Jahre erhalten können, bis das Mykoplasma, wie oben angedeutet, sein symbiontisches Dasein aufgibt und sich zu einem interzellularen Rostmycel entwickelt, das alsbald Uredosporen hervorbringt. Diese von Eriksson aufgestellte und verfochtene Mykoplasmatheorie hat jedoch eine allgemeine Anerkennung bis jetzt nicht gefunden. Demgegenüber glaubten

KLEBAHN u. a., daß bei der grossen Ausdehnung des Getreidebaues keimfähige Uredosporen in genügender Zahl auch nach Gegenden und Ländern verweht werden können, in denen der Pilz nicht zu überwintern vermag.

Feuchte, schattige, abgeschlossene Lagen, die Nähe von Seen, Flußauen, tiefliegende Felder begünstigen wenigstens bei manchen Getreiderosten (z. B. Schwarzrost, Haferrost) deren Auftreten, zum Teil wohl durch Herabsetzung der Rostwiderstandsfähigkeit des Getreides. Ebenso scheint schwerer, sowie humusreicher Boden, beim Haferrost auch Moorboden, den Rost zu begünstigen. Das gleiche wird für reichliche Stickstoffdüngungen, besonders Kopfdüngung mit Chilisalpeter, behauptet, während Kainit, Chloralkalien, wohl auch Superphosphat, sowie volle Mineraldüngung mehr rosthemmend wirken sollen. Frühe Herbstaussaat begünstigt den Rostbefall, ebenso späte Frühjahrsaussaat von Hafer und Gerste.

Abwechselnd kalte Nächte und warme Tage, sowie feuchte Witterung gelten als rostfördernd, längere Trockenheit für die meisten Getreideroste als rosthemmend.

Auch Schwächungen und Wachstumshemmungen der Getreidepflanze durch ungünstige Witterungsverhältnisse und nachteilige Wachstumsbedingungen können für das Auftreten des Rostes von Bedeutung sein.

Von großer Bedeutung ist, daß die einzelnen Getreidesorten sehr verschieden stark rostanfällig sind. Sehr viele Sorten werden in sogen. Rostjahren stark, in anderen Jahren nur wenig von Rost befallen, während manche andere Sorten stets sehr rostempfänglich und noch andere fast immer sehr widerstandsfähig sind. Nicht außer acht zu lassen ist auch, daß sich manche Sorten in dem einen Lande recht widerstandsfähig gegen Rost zeigen, anderswo aber stark von Rost befallen werden. Überhaupt ist der Grad der Rostanfälligkeit bei ein und derselben Sorte auch unter sonst gleichen Verhältnissen nicht dauernd derselbe. Zu beachten ist auch, daß die Spezialisierung der einzelnen biologischen Formen einer Getreiderostart nicht überall (z. B. in Europa und Nordamerika) genau die gleiche ist.

Bekämpfungsmaßnahmen, durch die sich der Getreiderost völlig beseitigen läßt, sind noch nicht bekannt. Günstigstenfalls läßt sich dem Schaden, den er verursachen kann, bis zu einem gewissen Grade vorbeugen.

Rostfördernde, besonders feuchte, schattige, eingeschlossene Lagen, tiefliegende Felder und die Nachbarschaft von Gewässern sind möglichst zu meiden oder doch so weit als angängig zu verbessern (z. B. durch Entwässerung u. dgl.). Zu reichliche oder einseitige Stickstoffdüngung, auch Kopfdüngung mit Chilisalpeter, sollten, weil rostfördernd, möglichst unterbleiben. Volldüngung und überhaupt alle eine rasche Entwicklung und frühe Reife fördernde Düngemittel und Maßnahmen sind dagegen anzuraten. Das Sommergetreide sollte recht zeitig im Frühjahr und auf gut zubereitetem Boden, das Wintergetreide jedoch nicht zu früh ausgesät werden. In der Nachbarschaft der Getreidefelder sollten alle Gräser, auf denen sich Getreiderost entwickeln kann, und ebenso alle Zwischenwirte, wie *Berberis vulgaris*, *Mahonia aquifolium*, *Rhamnus cathartica*, *Lycopsis arvensis*, *Anchusa officinalis*, *Ornithogalum umbellatum* ausgerottet werden. Natürlich muß auch auf den Getreidefeldern selbst jede Unkrautentwicklung von vornherein möglichst verhütet werden, daher gutes, reines Saatgut erforderlich. Sommer- und Wintergetreide

soll möglichst wenig dicht nebeneinander gebaut werden. Die Entwicklung von Ausfallgetreide im Spätsommer, Herbst und Winter sollte unterdrückt werden. Geeigneter Fruchtwechsel ist auch mit Bezug auf Verminderung der Rostentwicklung von Bedeutung.

Ein Verfahren, im großen durch Anwendnng von Fungiciden den Rost erfolgreich zu unterdrücken, ist noch nicht bekannt. Bis jetzt hat man nur vorübergehend an jungem Getreide durch Spritzen mit Kupferkalkbrühe die Rostentwicklung aufhalten können.

Als wichtigste und zurzeit noch erfolgreichste Maßnahme muß bis auf weiteres die Verwendung solcher Getreidesorten angesehen werden, die sich in der betreffenden Gegend als nur wenig rostanfällig und auch sonst gut bewährt haben. Weizensorten, die in den betreffenden Gegenden in „Gelbrostjahren" erfahrungsgemäß schwer geschädigt werden, werden besser nicht angebaut. Wertvolle Angaben über das Verhalten der verschiedenen Getreidesorten gegen Rost sind u. a. von Körnicke und später besonders von Kirchner gemacht, sowie in den von der Biologischen Anstalt f. L. u. F. zusammengestellten Jahresberichten über „Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen" in den vom Reichsamt des Innern herausgegebenen „Berichten über Landwirtschaft" Heft Nr. 5, 13, 16, 18, 25, 27, 30, 38 und in den zusammenfassenden Übersichten über Getreidekrankheiten im Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abteil., enthalten.

Gymnosporangium Hedw.

Spermogonien unter der Epidermis gebildet, kreisel- oder krugförmig mit kegelförmiger Mündung und Mündungsparaphysen. — Äcidien, groß, krug-, flaschen-, kegelförmig oder zylindrisch mit stark entwickelter, derbwandiger, außen brauner Peridie, die in verschiedener Weise aufreißt (*Roestelia*). Äcidiosporen in Ketten mit Zwischenzellen, meist braun und mit mehreren deutlichen Keimporen. — Uredosporen fehlen. — Teleutosporen meist zweizellig, teils dick-, teils dünnwandig, mit sehr langen, verklebten und stark gallertartig aufquellenden Stielen und mehreren Keimporen. — Sporidien orange. Die Teleutosporen bilden große, zapfen-, polster- oder muschelförmige, gelbliche bis braune Gallertkörper, die meist aus angeschwollenen Zweigstellen von Cupressineen hervorkommen. Äcidien auf Pomaceen. Zahlreiche Arten, fast sämtlich heteröcisch.

Die bekannteste und wichtigste Art ist der Gitterrost der Birne, der als Äcidiengeneration (*Roestelia cancellata*) zu dem Sadebaumrost *Gymnosporangium sabinae (Dicks.) Wint. (*G. fuscum*) gehört. Er entwickelt von Ende März bis Mitte Mai aus perennierendem Mycel auf etwas angeschwollenen Stellen der Zweige und Äste des *Juniperus sabina*, zuweilen auch auf *J. virginiana*, *sphaerica*, *japonica*, *oxycedrus*, *tripartita*, *phoenicea*, *excelsa*, herdenweise anfangs warzenförmige, braune Teleutolager, die bald zu 1 bis 2 cm langen, zapfen- oder zungenförmigen, gelbbraunen Gebilden von fleischig-gallertartiger Konsistenz werden, die schließlich bei Regen vollständig verquellen und zerfließen und zuletzt vertrocknen und unter Hinterlassung von Narben auf der Zweigrinde wieder verschwinden. Nicht selten vertrocknen die erkrankten Zweige über der infizierten Stelle über kurz oder lang. Die Sporidien infizieren im Mai die Birnenblätter, auf denen dann im Juni sich allmählich vergrößernde gelbe Flecke entstehen. Nachdem diese

größer, dicker, dunkler gelbrot geworden und auf der Oberseite Spermogonien hervorgebracht haben, entwickeln sich auf ihrer Unterseite im September große, breite, flaschenförmige Äcidien mit gitterförmig aufreißender Peridie (*Roestelia cancellata*) (Fig. 2, *1—12*). Zuweilen sind auch die Blattstiele, Triebe und Früchte befallen. Gelegentlich ist auch eine Überwinterung auf den Birnentrieben beobachtet. In manchen Gegenden tritt der Gitterrost äußerst heftig an den Birnenbäumen auf. Zuweilen werden auch andere Pirus-Arten befallen. Zur Bekämpfung ist in erster Linie Ausrotten aller in Frage kommenden, in der näheren und weiteren Umgebung befindlichen Juniperus-Arten anzuraten (653).

Eine andere auf *Juniperus sabina* und *virginiana* perennierende Gymnosporangium-Art: *G. confusum Plowr. entwickelt ihre



Fig. 16. *Gymnosporangium clavariiforme* (Jacq.) DC. (*Roestelia lacerata*) auf *Crataegus oxyacantha*. (Nach v. Tubeuf.)

schmalen, weit aufreißenden Äcidien bereits im Sommer auf nur schwach verdickten Blattflecken von *Cydonia vulgaris*, sowie auf *Crataegus oxyacantha*, *monogyna*, *Mespilus germanica*, *Sorbus torminalis* und manchmal auch Birne (656).

*G. clavariiforme (Jacq.) DC., der Weißdornrost, bringt im April-Mai seine zäpfchen- oder zungenförmigen, zuweilen geteilten gelbbraunen Teleutolager einseitig an verdickten Stellen der Zweige von *Juniperus communis*, sowie *hibernica*, *oxycedrus*, *nana*, *sibirica* aus perennierendem Mycel hervor, während die Spermogonien und zylindrischen, pinselartig aufreißenden Äcidien (*Roestelia lacerata*) im Sommer gruppenweise auf gelben Flecken blattunterseits und auf angeschwollenen Stellen der Jahrestriebe und Früchte von *Crataegus oxyacantha*, *monogyna* u. a., gelegentlich auch auf Birne, *Amelanchier vulgaris* gebildet werden (651) (Fig. 16).

Von dem früheren *G. juniperinum* werden jetzt mehrere biologische Arten unterschieden, nämlich: *G. ariae-tremelloides Kleb., mit braunen, anfangs polster-, später muschelförmigen Teleutolagern aus perennierendem Mycel im Mai auf einseitigen Zweigverdickungen von *Juniperus communis*. Auf *Sorbus aria* werden gelbrote bis rotbraune verdickte Blattflecke oberseits mit Spermogonien und im September unterseits mit anfangs zylindrischen, später zerfaserten Äcidien (*Roestelia penicillata*) erzeugt (659).

*G. mali-tremelloides Kleb. mit ebensolchen Teleutolagern bringt seine Spermogonien und Äcidien als Apfelrost auf Apfelbäumen hervor (*Roestelia penicillata* pr. p.). Der Apfelrost tritt nicht überall,



Fig. 17. *Gymnosporangium aucupariae* (L.) Kleb. (*Roestelia cornuta*) auf Eberesche. (Nach Dietel.)

sondern nur in manchen Gegenden, dort aber zuweilen äußerst heftig und verheerend auf. Als Bekämpfungsmaßnahme kommt Ausrotten des *Juniperus* in Frage (661).

*G. aucupariae-juniperinum (L.) Kleb. (*G. conicum* pr. p.) im April mit polsterförmigen Teleutolagern aus perennierendem Mycel auf den Nadeln und dünnen Zweigen von *Juniperus communis*, *nana*, *sibirica*. Auf den Blättern von *Sorbus aucuparia*, sowie *hybrida*, *americana* werden schwach verdickte, gelbrote Flecke mit oberseits Spermogonien und im Spätsommer unterseits hörnchenförmige Äcidien als Ebereschenrost (*Roestelia cornuta*) entwickelt (661) (Fig. 17).

Von geringerer Bedeutung sind *G. amelanchieris Fisch. mit Teleutolagern an den Zweigen, zuweilen auch Blättern von *Juniperus communis*, *nana*, und Spermogonien und Äcidien auf den Blättern von *Amelanchier ovalis*, und *G. torminali-juniperinum Fisch. mit

Teleutolagern auf *Juniperus communis* und Spermogonien und Äcidien auf den Blättern von *Sorbus torminalis, latifolia* (663. 664).

Außerdem gibt es noch eine Anzahl anderer zum großen Teil amerikanischer wirtswechselnde Gymnosporangium-Arten mit Äcidien auf verschiedenen Pomaceen.

Gymnoconia Lagerh.

Spermogonien kegelförmig. — Äcidien unregelmäßig, ohne Peridie und Paraphysen (*Caeoma*). — Uredosporen fehlen. — Teleutosporen zweizellig. Zwischen Puccinia und Phragmidium stehend. Wenige Arten.

G. Peckiana (Howe) Trotter (*Caeoma interstitiale, Puccinia Peckiana*) lebt perennierend und zuweilen schwache Deformationen (Blätter klein, bleich) verursachend auf amerikanischen und arktischen Rubus-Arten, sowie *R. saxatilis*, im April-Mai Spermogonien, dann bis zum Herbst auf der Unterseite der Blätter massenhaft orangegelbe Caeoma und auf gelblichen Flecken schwarzbraune Teleutolager erzeugend. In Nordamerika tritt der Pilz als gefährlicher Schädling der Brom- und Himbeeren auf, in Deutschland ist er weniger verbreitet (665).

Phragmidium Link.

Spermogonien flach, kreisförmig, unter der Kutikula. — Äcidien ohne Peridie, aber meist von Paraphysenkranz umgeben (*Caeoma*). Äcidiosporen in kurzen Ketten mit Zwischenzellen, mit farbloser Membran und zahlreichen Keimporen. — Uredoslager meist von Paraphysen umgeben. Uredosporen einzeln, gestielt, mit zahlreichen Keimporen. — Teleutosporen walzenförmig, aus mehreren in einer Reihe liegenden Zellen gebildet, mit stark verdickter, dunkler Membran und deutlich abgesetztem, langem, farblosem, unten oft verdicktem Stiel, jede Zelle mit 2 bis 4 Keimporen. — Sporidien kugelig.

Schwarze, krümelige Teleutolager. Zahlreiche Arten, auf Rosaceen, autöcisch.

P. rubi idaei (Pers.) Karst, der Himbeerrost, lebt auf Himbeeren und wohl noch einigen anderen Rubus-Arten und erzeugt auf der Blattoberseite Spermogonien und kleine, ringförmig gestellte, chromgelbe Caeoma-Äcidien, letztere zuweilen auch unterseits, sowie an Blattstielen und Stengeln, später auf der Blattunterseite sehr kleine, orangerote Uredo- und lockere, schwarze Teleutolager (670).

P. violaceum (Schultz) Wint., der Brombeerrost, kommt an zahlreichen Rubus-Arten vor (besonders *R. plicatus, fruticosus, thyrsoides, villicaulis, macrophyllus, sciaphyllus, egregius, mucronatus, vestitus, pyramidalis, gymnostachys, radula, rudis,* wogegen die Caesii- und Corylifolii-Arten ziemlich immun zu sein scheinen). Die Spermogonien werden auf der Blattoberseite, die orangeroten, oft kreisförmig gestellten Caeoma auf der Unterseite von blassen, violettrot gesäumten Blattflecken gebildet, später auf der Unterseite von violettroten Flecken chromgelbe Uredo- und schwarze Teleutolager. Der Pilz ist durch die violettroten Blattflecke besonders auffallend (671).

P. rubi (Pers.) Wint., ebenfalls auf Rubus-Arten (jedoch vorwiegend auf Caesii- und Corylifolii-Arten) ruft keine oder nur unscheinbare kleine, gelbliche Blattflecke mit kleineren Sporenlagern hervor (675).

P. subcorticium (Schrank.) Wint. (*P. disciflorum*), der Rosenrost, lebt in wohl etwas verschiedenen biologischen Formen auf sehr zahlreichen Rosenarten (z. B. *R. alba, canina, centifolia, cinnamomea, coriifolia, damascena, gallica, mollissima, muscosa, pimpinellifolia, rubrifolia, rubiginosa, tomentosa* u. a.). Im Frühjahr werden zunächst außer Spermogonien auf den Blättern, Blattrippen, Blattstielen, Blütenstielen, Knospen, Jahrestrieben, Zweigen, Stämmen, Kelchen, Früchten oft unter Verkrümmung und Deformierung der befallenen Teile kleinere oder größere orangerote Caeomalager gebildet. Die Caeomasporen

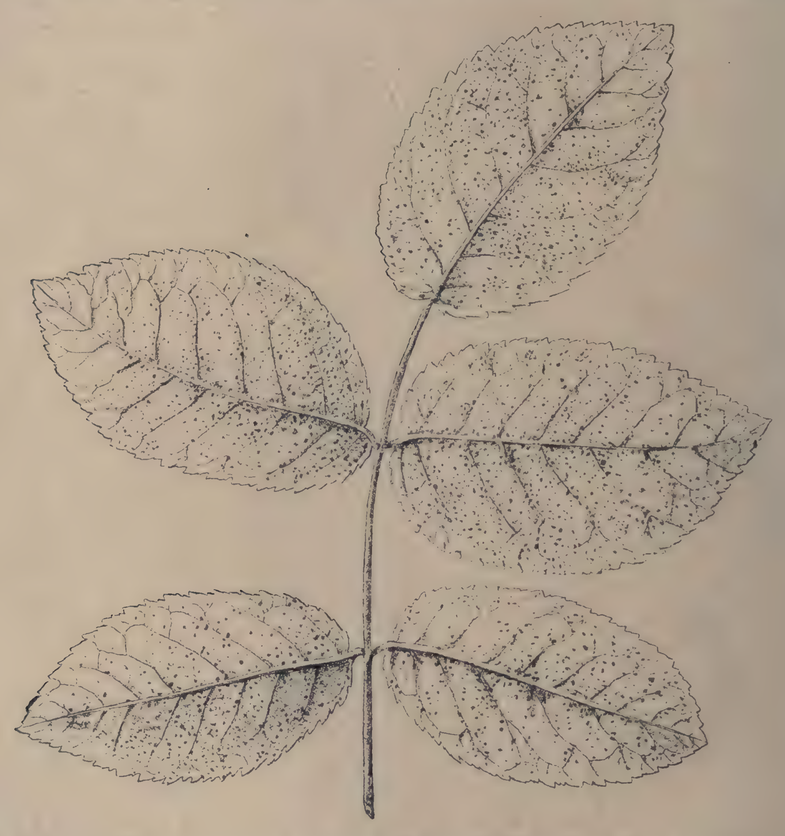


Fig. 18. *Phragmidium subcorticium* (Schrank.) Wint. auf *Rosa centifolia*. (Nach Dietel.)

können wieder Caeomalager hervorbringen. Das Mycel kann in den Zweigen und Stämmen überwintern und im nächsten Frühjahr neue Caeomalager entwickeln. Im Sommer werden auf den Blättern auf kleinen gelben bis rotbraunen Fleckchen unterseits hell orangegelbe Uredo und dann in zunehmender Menge schwarze Teleutolager hervorgebracht (Fig. 18). Die kultivierten Rosen werden durch den Rosenrost oft stark heimgesucht und nicht selten arg geschädigt. Bei frühzeitigem starken Befall fallen die Blätter zum großen Teil schon im Sommer vorzeitig ab. Durch die Caeomageneration können besonders auch die für Unterlagen bestimmten Wildlinge stark geschädigt, brüchig und

unbrauchbar werden. Die Anfälligkeit der verschiedenen Gartenrosen ist verschieden. Die meisten sogen. Remontantrosen sind sehr rostanfällig, die meisten Teehybriden und Teerosensorten weit weniger und die Kletterrosen und Polyantha-Sorten gar nicht oder nur ganz unerheblich. (Näheres in „Gartenwelt“ 24, 1920, S. 29, 56.) Zur Bekämpfung des Rosenrostes wird empfohlen nach dem Laubfall Sammeln und Vernichten aller rostkranken Blätter und Bespritzen der Zweige, Kronen und Stämme mit Kupferkalkbrühe u. dgl., im Frühjahr Fortschneiden und Vernichten aller mit Caeoma besetzten Teile und an den Stämmen Anstreichen der kranken Stellen mit Karbolineum oder dergleichen, ferner im Frühjahr/Sommer wiederholtes Spritzen mit Kupfersodabrühe oder dergleichen, eventuell Sortenwahl, richtige Düngung und Pflege (680).

P. tuberculatum Müll., ebenfalls auf zahlreichen Rosenarten (*R. canina*, *cinnamomea*, *rubrifolia*, *arvensis*, *lucida*, *centifolia*, *mollissima*, *rubiginosa*, *sempervirens*, *sepium*, *tomentosa*) und für die Rosenkultur schädlich, Caeoma auf purpurroten Flecken; in der Sporenform von vorigem verschieden (683).

P. fusiforme Schroet. (*P. rosae alpinae*), auf *Rosa alpina*, außer Spermogonien auf den Früchten, Blattstielen, Blattrippen, Blättern sehr große und kleinere Caeoma und auf den Blättern gelbrote Uredo- und schwarze Teleutolager (682).

P. sanguisorbae (DC.) Schroet., auf *Sanguisorba minor*, Spermogonien und oft kreisförmig gestellte orangerote Caeoma auf beiden Blattseiten und den Blattrippen; auf kleinen rotbraunen Blattflecken unterseits orangegelbe Uredo- und schwarze Teleutolager (687).

Xenodochus Schlecht.

Äcidien (*Caeoma*) wie bei Phragmidium. — Uredo meist fehlend. — Teleutosporen walzenförmig, aus mehreren in einer Reihe liegenden Zellen gebildet, mit wenig verdickter, dunkler oder heller Membran und kürzerem, nicht deutlich abgesetztem farblosen Stiel, jede Zelle mit 1—2 Keimporen. — Sporidien kugelig.

Phragmidium nahestehend. Wenige Arten, auf Rosaceen, autöcisch.

X. carbonarius Schlecht. (*Phragmidium carbonarium*) bringt an *Sanguisorba officinalis* hauptsächlich auf der Blattunterseite, den Blattnerven und Blattstielen große schwielenförmige orangerote Caeoma und später auf beiden Blattseiten große kohlschwarze Teleutolager mit ganz besonders großen Sporen hervor (694).

Bei X. tormentillae (Fuck.) Magn. (*Phragmidium tormentillae*), das auf *Potentilla tormentilla*, *mixta*, *procumbens*, *reptans*, *silvestris* u. a. blattunterseits orangerote Caeoma, kleine, orangerote Uredo- und hellbraune Teleutolager erzeugt, scheint das Mycel überwintern zu können (695).

Kuehneola Magn.

Spermogonien zusammen mit den primären Uredo. — Äcidien fehlen. — Uredosporen einzeln an ihren Stielen, ohne deutliche Keimporen, ohne Paraphysen. — Teleutosporen aus Zellreihen bestehend mit farbloser, glatter, nach oben verdickter Membran, mit nicht abgesetztem Stiel, jede Zelle mit einem Keimporus. — Sporidien kugelig. Phragmidium und Chryomyxa nahestehend, autöcisch.

K. albida (Kühn) Magn. (*Phragmidium albidum*, *Chrysomyxa albida*, *Uredo aecidioides*) lebt auf *Rubus fruticosus* und anderen Rubus-Arten, auf denen es auf der Blattoberseite Spermogonien und auf gelben, verdickten Blattfleckchen besonders oberseits kreisförmig gestellte goldgelbe, primäre Uredo-, dann unterseits und zuweilen am Kelch und Stengel zahlreiche kleine hellzitronengelbe sekundäre Uredo- und gelblichweiße Teleutolager hervorbringt. Der Pilz kann gelegentlich in den Zweigen, vielleicht auch auf den Blättern überwintern (698).

Triphragmium Link.

Äcidien fehlend. — Spermogonien, primäre und sekundäre Uredo wie bei Phragmidium. — Teleutosporen aus drei in Dreiecksform gelagerten einporigen Zellen bestehend, kurz gestielt. — Wenige Arten, autöcisch.

T. ulmariae (Schum.) Link erzeugt an *Ulmaria palustris* u. a. im Mai kreisförmig gestellte Spermogonien und große, orangerote, primäre Uredolager an verkrümmten Blattstielen und Blattrippen; darauf werden auf der Blattunterseite zerstreute kleine, orangerote, sekundäre Uredo- und dunkelbraune Teleutolager gebildet. Die primären Uredo wurden früher als Caeoma aufgefaßt (702).



Fig. 19. Ein durch *Endophyllum sempervivi* (Alb. et Schw.) de By. deformiertes *Sempervivum hirtum*. (Nach Kerner, Pflanzenleben.)

Endophyllum Lév.

Spermogonien kugelig, kegelförmig vorragend. Äcidien und Uredo fehlen. — Teleutosporen einzellig, ohne deutliche Keimporen, in Ketten mit Zwischenzellen in äcidienähnlichen, von einer Peridie umgebenen Lagern entstehend. (Diese Fruktifikation ist auch als Äcidien und Äcidiosporen aufgefaßt.) Nur wenige Arten, autöcisch.

Die bekannteste Art ist E. sempervivi (Alb. et Schwein.) de By., mancherwärts häufig auf *Sempervivum tectorum* und anderen Sepervivum- und Echeveria-Arten. Der Pilz überwintert in Mycelform in der Wirtspflanze und verursacht Deformationen derselben. Die erkrankten Pflanzen fallen durch ihre aufrechten, abnorm langen und schmalen, bleichen Blätter auf (Fig. 19). Auf letzteren werden im zeitigen Frühjahr orangerote Spermogonien und große Teleutolager gebildet. Die als Zierpflanzen angepflanzten Arten werden durch den Pilz manchmal schwer geschädigt (705).

Chryomyxa Ung.

Spermogonien halbkugelig, subepidermal. — Äcidien mit Peridie. Äcidiosporen in Ketten mit Zwischenzellen, Membran durch Stäbchenstruktur warzig, ohne deutliche Keimporen. — Uredolager ohne Peridie, Uredosporen in Ketten mit Zwischenzellen gebildet, mit ähnlicher

Membranstruktur wie die Äcidiosporen. — Teleutosporen einzellig, mit farbloser, dünner Membran, auf farblosen Tragzellen zu Zellreihen verbunden und diese zu roten, wachsartigen Polstern vereinigt. Promycel meist vier Sporidien erzeugend.

Die meisten Arten sind heteröcisch.

C. abietis (Wallr.) Ung., der Fichtennadelrost, erzeugt von Ende Juni an auf den Nadeln der Jahrestriebe der Fichte breite, anfangs matt-, später leuchtendgelbe Querbinden. Der Pilz tritt zuweilen in großer Ausdehnung und besorgniserregendem Grade auf, *so daß ganze Bestände gelb erscheinen: Gelbsucht, Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln. Im Mai des nächsten Jahres reifen auf den gelben Flecken bereits im Herbst angelegte, mehrere Millimeter lange, orangerote Teleutopolster (Fig. 20). Deren Sporidien infizieren wiederum die neuen, jungen Nadeln, während die alten, gelbfleckigen Nadeln dürr werden und abfallen. Dadurch geht ein mehr oder weniger erheblicher Teil der Benadelung der vorjährigen Zweige verloren. Oft ist nur ein Teil eines Baumes stärker befallen, besonders die unteren Zweige. Die Tatsache, daß nicht selten neben befallenen Fichten gesundgebliebene stehen, wird darauf zurückgeführt, daß letztere in der Infektionszeit noch nicht ausgetrieben waren und also noch keine infizierbaren jungen Nadeln besaßen. Es werden zwar Fichten jeden Alters befallen, am stärksten jedoch solche in 10- bis 20jährigen dichten, feuchten Dickungen. Starke Nadeleinbuße kann eine Verringerung des Holzzuwachses zur Folge haben. Erfolgreiche Bekämpfungsmaßnahmen sind nicht bekannt. Gelegentlich ist der Pilz auch an ausländischen Picea-Arten (z. B. *P. morinda*, *pungens*) beobachtet (712).



Fig. 20. Fichtennadel mit *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Ung. (Nach Hartig.)

Ein für Fichten noch schädlicherer Rostpilz ist im Hochgebirge *Chrysomyxa rhododendri (DC.) de By, der Alpenrosenrost. Die Sporidien infizieren zur Zeit des Austreibens der Fichten die jungen Nadeln, verursachen Gelbfärbung derselben und bringen auf ihnen im Hochsommer Spermogonien und besonders oberseits große Äcidien hervor: Fichtenblasenrost (*Aecidium abietinum*) (Fig. 21). Nach dem Verstäuben der Äcidiosporen fallen die erkrankten Nadeln ab. Dadurch entsteht eine oft sehr erhebliche Entnadelung der Jahrestriebe und bei jüngeren Bäumen kann es wohl gar zu einem Absterben derselben kommen. Es können auch andere Picea-Arten, z. B. *Picea pungens*, befallen werden. Die Äcidiosporen infizieren die Blätter von *Rhododendron hirsutum*, *ferrugineum* und bringen auf ihnen rote bis braune Flecke und auf diesen unterseits, zuweilen auch an den Zweigen, gelbrote Uredo- und im nächsten Frühjahr braunrote Teleutolager hervor. Der Pilz ist an Rhododendron außerordentlich verbreitet. Die Alpenrosen können durch Blätterverlust merklich geschädigt werden. Wo keine Fichten in der Nachbarschaft vorhanden sind, kann sich der Pilz auch ohne Wirtswechsel auf dem Rhododendron erhalten, zumal er gelegentlich auch in den Zweigen zu überwintern vermag. Auf Fichten kommt dieser Rostpilz in stärkerem Grade nur in den Alpenregionen vor. Mit zunehmender Entfernung von diesen wird der Befall der Fichten geringer. Eine Bekämpfung durch Ausrotten der Alpenrosen dürfte praktisch kaum durchführbar und auch nicht erwünscht sein (708).

In der Ebene, wo Alpenrosen fehlen, wird eine gleiche Krankheit an Fichten durch die biologisch nahe verwandte *Chrysomyxa ledi (Alb. et Schw.) de By. hervorgebracht, die ihre gelbroten Uredo- und blutroten Teleutolager unterseits auf gelben Blattflecken von *Ledum palustre* entwickelt. Auf diesen kann sich der Pilz in fichtenfreien Gebieten, ähnlich wie der vorige auf Rhododendron, auch ohne Wirtswechsel erhalten. Im Norden soll der Pilz zuweilen in den Knospen von Ledum wie auch in den Knospen von Picea überwintern und im letzten Fall im Frühjahr auffällige, fast zapfenähnliche Deformierungen der sich eben entwickelnden jungen Triebe verursachen. Dieselben haben sparrig abstehende, kurz bleibende, dicke, bleiche Nadeln, auf denen große goldgelbe Äcidien hervorbrechen (*Aecidium coruscans*, *Peridermium coruscans*) (Fig. 22). In Deutschland scheint diese Rostform nicht vorzukommen. In Schweden werden die deformierten, fleischigen, weichen Triebe mancherwärts als „Mjölkomlor" gegessen (710).



Fig. 21. Fichtenzweig mit *Chrysomyxa rhododendri* (DC.) de By. (Nach v. Tubeuf.)



Fig. 22. Durch *Aecidium coruscans* zapfenförmig deformierte Fichtentriebe. (Nach Hartig.)

*C. pirolae (DC.) Rostr. bildet oft in großer Menge ihre orangegelben Uredo- und spärlicheren blutrotbraunen Teleutolager auf der Blattunterseite von Pirola-Arten (*P. rotundifolia*, *uniflora*, *chlorantha*, *minor*). Die unauffälligen Spermogonien werden auf der Oberseite, die sehr großen, hellen, blasenförmigen Äcidien meist zu zweien auf der Außenseite der Schuppen von Fichtenzapfen hervorgebracht (*Aecidium conorum-piceae*). An Fichten scheint dieser Rost weniger häufig zu sein als der durchaus verschiedene Fichtenzapfenrost *Aecidium strobilinum*. Die Samenentwicklung der erkrankten Zapfen ist vermindert. Möglicherweise kann der Pilz in der Pirola perennieren (713).

Cronartium Fr.

Spermogonien groß, flach, unter dem Periderm. — Äcidien sehr groß, blasenförmig, mit dicker, unregelmäßig aufreißender Peridie (*Peridermium*). Äcidiosporen in Ketten mit Zwischenzellen, Membran durch Stäbchenstruktur warzig, ohne deutliche Keimporen. — Uredo-

lager von einer Pseudoperidie umgeben. Uredosporen gestielt, stachelwarzig, ohne deutliche Keimporen. — Teleutosporen einzellig, braun, kettenförmig hintereinander und nebeneinander zu zylindrischen oder hornförmigen Gebilden vereinigt. — Sporidien annähernd kugelig, farblos.

Mehrere Arten, heteröcisch.

Von besonderer Wichtigkeit ist *Cronartium ribicola Dietr., der Säulenrost der Johannisbeere, zu dem der Blasenrost der Weymouthskiefer (*Peridermium strobi*) gehört. Er bringt im April/Mai aus perennierendem Mycel auf etwas angeschwollenen, oft schorfigen Zweig-, Ast- und Stammstellen von *Pinus strobus*, aber auch auf *P. cembra*, *monticola*, *Lambertiane*, *flexilis*, *peuce*, seine großen blasenförmigen Äcidien und schon im Spätsommer vorher seine äußerlich kaum wahrnehmbaren Spermogonien hervor. Die Äcidiosporen infizieren die Blätter zahlreicher Ribes-Arten, diese jedoch in sehr ungleichem Grade. Am empfänglichsten sind *R. nigrum* und *aureum*, andere weniger, Stachelbeersträucher oft fast unempfänglich. Auf kleinen gelblichen Blattflecken werden unterseits zunächst hellgelbe Uredo- und später braune borstenförmig gebogene Teleutolager entwickelt. Stark infizierte Blätter fallen vorzeitig ab. Die Sporidien infizieren im Herbst die Jahrestriebe der genannten Pinus-Arten. Das in denselben überwinternde und perennierende Mycel bringt im nächsten Sommer zunächst nur Spermogonien und erst im darauf folgenden Frühjahr Äcidien hervor. Der Pilz erhält sich in der Rinde jahrelang am Leben, um in jedem Frühjahr neue Äcidien zu entwickeln. Die infizierte Stelle ist meist mehr oder weniger angeschwollen und die Rinde schorfig-rissig. Sehr oft stirbt der ganze über der erkrankten Stelle liegende Teil über kurz oder lang ab. Nicht selten werden, besonders in Baumschulen, wenn Ribessträucher in der Nachbarschaft vorhanden sind, junge Stroben dadurch völlig zugrunde gerichtet. Dadurch wird häufig sehr erheblicher Schaden angerichtet. Auf die ursprünglich aus Nordamerika nach Europa eingeführten Weymouthskiefern scheint sich der Pilz erst Mitte des 19. Jahrhunderts angepaßt zu haben und mit diesen erst später nach Nordamerika eingeschleppt zu sein, wo er bis dahin völlig unbekannt war. Um dem Auftreten des Schädlings vorzubeugen, ist in erster Linie ein benachbarter Anbau von Weymouthskiefern und Ribes-Arten in Gegenden, wo der Pilz beobachtet worden ist, zu vermeiden. Bedacht werden muß dabei aber auch, daß der Pilz durch den Wind auf ziemliche Entfernungen verbreitet werden kann. Bei erkrankten Weymouthskiefern wird Ausschneiden der befallenen Äste und Teeren der Wundflächen oder Beseitigen des ganzen Baumes empfohlen (718).

Zu den forstlich wichtigeren Baumschädlingen wird der biologisch recht eigenartige Kiefernrindenblasenrost (früher als *Peridermium pini corticola* bezeichnet) gerechnet, die Äcidiengeneration von *Cronartium asclepiadeum (Willd.) Fr. (*C. flaccidum*, *C. paeoniae*). Das Mycel der Äcidiengeneration perenniert in Rinde und Holz der gewöhnlichen Kiefern viele Jahre in ähnlicher Weise wie der Weymouthskiefernblasenrost in jener, um in jedem Jahr von neuem Spermogonien und Äcidien hervorzubringen; doch werden bei der gewöhnlichen Kiefer weniger die Stämme und junge Bäumchen befallen als vielmehr die Seitenzweige und Äste. Die großen blasenförmigen Äcidien erscheinen auch etwas später, vielfach erst im Juni (Fig. 23). Unter der Einwirkung des Pilzes tritt eine Verharzung (Verkienung) der durchwucherten Holz-

und Rindengewebe und oft auch reichliches Ausfließen von Terpentinöl ein. Über kurz oder lang, manchmal erst nach Jahrzehnten, erfolgt, durch trockenes, heißes Wetter beschleunigt, ein Absterben des über der kranken Stelle gelegenen Teiles. Wenn der Pilz nur eine Seite des Astes oder Stammes infiziert und abgetötet hat, kann der weitere Dickenzuwachs natürlich nur auf der anderen Seite stattfinden, so daß der befallene Teil einen zunehmend exzentrischen Bau erhält (Fig. 24). Die hervorgebrachten Krankheitserscheinungen werden als Krebs, Brand, Räude, Kienzopf, Kienpest, Kiengipfel, Zopftrocknis bezeichnet. Besonders verbreitet ist der Schädling im nordöstlichen Deutschland, zumal in reinen Kiefernforsten und auf trockenen und armen Böden, wo in Altholzbeständen zuweilen 40—50 % befallen und 80—90 % der jährlichen Trockenhiebe Kienzopfstämme sind. Der Schaden ist dann ein recht erheblicher. Oft sind in einem Bestand nur vereinzelte Bäume, diese aber an zahlreichen Zweigen erkrankt, während andere daneben völlig permidermiumfrei sind, was für eine besondere Empfänglichkeit einzelner Individuen oder Linien spricht, während die Mehrzahl immun ist. Andererseits ist die Vermutung geäußert, daß das Auftreten des Rindenblasenrostes durch Rindenbeschädigungen, z. B. wenn in Mischbeständen die Kiefern bei Wind durch die Äste unterständiger Buchen gescheuert werden, begünstigt wird. Der Kiefernrindenblasenrot zeichnet sich durch eine merkwürdige und rätselhafte Pleophagie aus und tritt offenbar in verschiedenen biologischen Rassen auf. In manchen Gegenden vermag er seine ockerfarbenen Uredo und braunen Teleutolager unterseits auf gelblich-bräunlichen Blattfleckan auf *Vincetoxicum officinale* hervorzubringen, aber auch auf verschiedenen ausländischen Pflanzen (Paeonia-Arten, *Nemesia versicolor*, *Verbena teucrioides*, *V. erinoides*, *Impatiens balsamina*, *Grammatocarpus volubilis*), in anderen Fällen vielleicht auf *Gentia anasclepiadea*, auf *Pedicularis palustris*, *P. sceptrum carolinum*, auf *Tropaeolum*, auf *Comptonia asplenifolia* u. a.



Fig. 23. *Peridermium pini* auf einem Kiefernast, vielleicht zu *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fr. gehörig.

(Fig. 25). Vielfach vermag der Kiefernblasenrost jedoch die genannten Pflanzen nicht zu infizieren. Jedenfalls kann er auch jener Wirtspflanzen entraten und kann — wie neuerdings durch Beobachtungen und Versuche, mit denen meine eigenen übereinstimmen, nachgewiesen ist — ohne Zwischenwirt mittels der Äcidiosporen von Kiefer auf Kiefer übergehen. Diese biologische Form wird meist als *Peridermium pini (Willd.) Kleb.* bezeichnet. Eine Bekämpfung des Kiefernpilzes durch Ausrotten der Teleutosporenwirte wird daher oft keinen Erfolg haben. Angeraten wird dagegen, namentlich im Dickungs- und Stangenholzalter, Aushieb der zopfkranken Bäume und der sogenannten „Peitscher". Die Feststellung der Bäume ist am leichtesten in der Zeit der Äcidienreife (Ende April bis Ende Juni) ausführbar (723. 727).

Auch auf anderen Pinus-Arten kommen Rindenblasenroste vor.

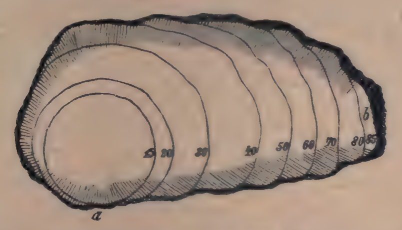


Fig. 24. Querschnitt eines 85jährigen Kiefernstammes, der seit 70 Jahren von *Peridermium pini* befallen ist und sich infolgedessen exzentrisch verdickt hat. (Nach Hartig.)



Fig. 25. *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fr. auf *Vincetoxicum officinale.* (Nach v. Tubeuf.)

Coleosporium Lév.

Spermogonien flach kegelförmig, unter der Epidermis entstehend. — Äcidien groß, mit blasenförmiger, unregelmäßig aufreißender Peridie (*Peridermium*). Äcidiosporen in Ketten mit Zwischenzellen, mit farblosen, durch Stäbchenstruktur warziger Membran. — Uredolager ohne Peridie. Uredosporen in kurzen Ketten mit Zwischenzellen, ähnlich den Äcidiosporen. — Teleutosporen zu roten flachen wachsartigen Lagern verbunden, ungestielt, keulenförmig, mit farbloser, am Scheitel gelatinös stark verdickter Membran, anfangs einzellig, später in vier übereinanderstehende Zellen geteilt, von denen jede auf einem langen Promycel eine große, eiförmige, einseitig abgeflachte Sporidie erzeugt.

Zahlreiche großenteils nur biologisch verschiedene Arten mit Äcidien auf Pinus-Arten.

Die Äcidienformen der nachfolgend aufgezählten Arten wurden früher als Kiefernnadelblasenrost (*Peridermium pini acicola*) zusammengefaßt. Die Spermogonien und blasenförmigen Äcidien erscheinen auf gelblichen Stellen der vor- und zweijährigen Nadeln von *Pinus silvestris, montana, mughus, austriaca* u. a. im April bis Juni. Das Mycel perenniert in den Nadeln. Zuweilen tritt der Kiefernnadelblasenrost in riesiger Menge auf, besonders an jüngeren Kiefern, doch ist der Schaden, da stärkerer vorzeitiger Nadelverlust nur ziemlich selten erfolgt, meist nicht erheblich. Unter Umständen, z. B. in der Umgebung von Kiefern-

saat- und Pflanzkämpen, könnte versucht werden, durch Ausrotten der Teleutosporenwirte der Erkrankung der Kiefern vorzubeugen. Die häufigsten in der Äcidiengeneration Kiefernnadelblasenrost erzeugenden Coleosporium-Arten sind:

*C. senecionis (Pers.) Fr. in verschiedenen Spezialformen besonders blattunterseits und an den Stengeln mit orangegelben Uredo- und blutroten Teleutolagern auf *Senecio silvaticus*, *viscosus*, *vulgaris*, *subalpinus*, *doronicum*, *Jacobaea*, *Fuchsii*, *nemorensis*, *cordatus*, *vernalis* u. a. (745) (Fig. 26).

*C. tussilaginis (Pers.) Lév. mit orangegelben Uredo- und roten Teleutolagern auf der Blattunterseite von *Tussilago farfara* (741).



Fig. 26. Kiefernnadeln mit *Coleosporium senecionis* (Pers.) Fr. (*Peridermium pini acicola*). (Nach v. Tubeuf.)

*C. petasitis (DC.) Fisch. mit orange Uredo- und roten Teleutolagern auf der Blattunterseite von *Petasites officinalis*, *albus*, *niveus*, *spurius* (743).

*C. sonchi (Pers.) Lév. mit gelborange Uredo- und roten Teleutolagern auf der Blattunterseite von *Sonchus arvensis*, *oleraceus*, *asper*, *palustris* (750).

C. campanulae (Pers.) Lév. in verschiedenen Spezialformen mit gelbroten Uredo- und blutroten Teleutolagern auf der Blattunterseite, zum Teil auch am Stengel von *Campanula rapunculoides*, *bononiensis*, *glomerata*, *trachelium*, *rotundifolia*, *pusilla*, *rapunculus*, *cervicaria* u. a., *Phyteuma spicatum*, *Specularia speculum* (738).

*C. melampyri (Reb.) Tul. mit orangegelben Uredo- und roten Teleutolagern auf der Blattunterseite von *Melampyrum pratense*, *nemorosum*, *cristatum*, *arvense*, *silvaticum* (736).

*C. euphrasiae (Schum.) Wint. (*C. rhinanthacearum*) mit orangegelben Uredo- und orangeroten Teleutolagern blattunterseits und an den Stengeln, Kelchen von *Euphrasia odontites*, *officinalis*, *nemorosa* u. a., *Alectorolophus major*, *minor*, *angustifolius* (734).

Ferner *C. pulsatillae (Strauß) Lév. auf *Pulsatilla*, *C. cacaliae (DC.) Wagn. auf *Cacalia*, *Adenostyles*, *C. inulae (Kunze) Fisch. auf *Inula*, *C. solidaginis (Schw.) Thuem. auf *Solidago* (732. 744).

Manche dieser Arten können vielleicht in der Uredoform überwintern, z. B. *C. campanulae*, *senecionis*; einige vermögen merkwürdigerweise auch auf *Schizanthus*, *Tropaeolum* überzugehen. Die Sporidien infizieren die Pinus-Nadeln bereits im Herbst. Das Mycel perenniert in denselben.

Wo in jungen Kiefernkulturen nennenswerte Schädigungen durch einen Kiefernnadelblasenrost vorkommen, könnte versucht werden, durch Ausrotten der genannten Zwischenwirte, von denen ein großer Teil in Bestandeslichtungen und auf Schlagflächen nicht selten zu finden ist, die Krankheit zu unterdrücken.

Ochropsora Diet.

Spermogonien auf der Epidermis. — Äcidien mit becherförmiger Peridie. Äcidiosporen feinwarzig. — Uredolager peridienartig von Paraphysen umgeben. Uredosporen einzeln, gestielt, stachelwarzig. —

Teleutosporen zu wachsartigen Krusten vereinigt, keulenförmig, mit dünner Membran, anfangs einzellig, später in vier übereinander stehende Zellen geteilt, je ein kurzes Promycel mit einer spindelförmigen Sporidie entwickelnd.

Nur eine Art.

*O. sorbi (Oud.) Diet. (*Melampsora pallida*, *M. ariae*) erzeugt auf den Blättern von *Sorbus aucuparia, torminalis*, *aria, scandica*, Apfel und andere Pomaceen, und zwar in der Regel nur an niedrigen, jungen Pflanzen kleine, gelbliche Flecke und unterseits weißliche Uredo- und fleischfarbene Teleutolager. Die Sporidien vermögen im Herbst *Anemone nemorosa* zu infizieren, wenn sie mit Regenwasser in den Boden und an die Knospen der Rhizome derselben gelangen. Die infizierten Knospen können schon im nächsten Frühjahr zu äcidienentwickelnden Trieben und Blättern auswachsen. Dieselben sind etwas abnorm gestaltet, länger gestreckt, bleicher und etwas fleischiger als die gesunden und meist ohne Blüten. Auf den kranken Trieben und Blättern kommen zahlreiche Spermogonien und blattunterseits zerstreute weiße Äcidien zum Vorschein (*Aecidium leucospermum*). Der Pilz perenniert in den Anemonen und veranlaßt wiederholtes Auftreten erkrankter Sprosse. An Anemonen ist dieser Rostpilz ziemlich häufig und auffallend durch die verursachten Deformationen (Fig. 9 *a*, *e*). Irrtümlich wurde er früher zu *Puccinia fusca* gerechnet (754).

Melampsora Cast.

Spermogonien flach, halbkugelig, meist unter der Epidermis oder unter der Kutikula gebildet. — Äcidien polsterförmig, ohne Peridie und Paraphysen (*Caeoma*). Äcidiosporen in Ketten mit Zwischenzellen mit farbloser, außen feinwarziger Membran. Uredolager ohne eigentliche Peridie, polsterförmig, durch die Epidermis hervorbrechend. Uredosporen zwischen kopf- oder keulenförmigen Paraphysen, einzeln, gestielt, mit farbloser, stachelwarziger Membran, ohne deutliche Keimporen. — Teleutosporen ungestielt, meist einzellig, zu flachen, wachsartigen, schwarzbraunen Krusten unter der Epidermis vereinigt. — Sporidien kugelig.

Zahlreiche, zum Teil nur biologisch verschiedene Arten, großenteils auf Salix- und Populus-Arten.

Von dem Pappelrost, der früher als *Melampsora populina* zusammengefaßt wurde, werden jetzt zahlreiche, zum Teil nur biologisch verschiedene Arten unterschieden.

Von forstlicher Bedeutung ist besonders *Melampsora pinitorqua Rostr. (*M. tremula* pr. p.), dessen Äcidiengeneration der Drehrost oder Kieferndreher (*Caeoma pinitorquum*), der Erreger der Kieferndrehkrankheit, ist, während die Teleutogeneration einen Espenrost darstellt. Auf den Blättern von *Populus tremula* sowie *P. alba*, *alba* × *tremula* werden im Sommer in oft riesiger Menge kleine, gelbe Flecke hervorgebracht und auf diesen unterseits gelbe Uredo- und später krustenförmige braune Teleutolager. Starkes Auftreten bewirkt nicht selten vorzeitigen Laubfall (Fig. 27, 28). Die Sporidien infizieren im Frühjahr die jungen Kieferntriebe. Auf der grünen Rinde derselben erscheinen, während die Triebe noch im Wachstum sind, zunächst 1 bis 3 cm lange, gelbe Flecke mit Spermogonien. Unter diesen werden 1 bis 2 cm lange, 2 bis 3 mm breite, orangefarbene Caeomalager entwickelt,

die im Juni unter Aufreißen der Rinde hervorbrechen. Da das Gewebe an der befallenen Stelle unter Bräunung und Verharzung einseitig abstirbt, krümmt sich der Trieb infolge seiner Schwere nach unten, wächst jedoch mit seiner Spitze wieder nach oben. Dadurch entstehen eigenartige bleibende **S**-förmige Zweigverkrümmungen. Angeblich kann der Pilz in den befallenen Teilen perennieren und im nächsten Jahr neue Caeomalager erzeugen. Bei trockenem Wetter verkümmern die Caeomalager, bei feuchtem Wetter entwickeln sie sich sehr stark und können dann ein Absterben und Vertrocknen der Triebe verursachen. Die Krankheit ist in Deutschland weit verbreitet, besonders im Norden, am häufigsten in jungen ein- bis zehnjährigen Kiefernschonungen. In ein- bis dreijährigen Schonungen tritt der Pilz nicht selten geradezu ver-



Fig. 27. *Melampsora pinitorqua* Rostr. auf Zitterpappelblatt. (Nach Hartig.)

Fig. 28. Durch *Melampsora pinitorqua* Rostr. geschädigte Kiefer. (Nach Hartig.)

heerend auf, an Keimpflanzen auch an den Nadeln Sporenlager bildend. Auch später bewirkt er, besonders wenn er sich mehrere Jahre hintereinander einstellt, oft noch starkes Verkrüppeln. Vom 30. Jahre an verschwindet die Krankheit. Außer *Pinus silvestris* werden auch *P. montana*, *strobus* befallen. Um der Krankheit vorzubeugen, sollten in der Umgebung von Kiefernschonungen keine Espen geduldet werden. Beim Auftreten: Abschneiden und Verbrennen der befallenen Kieferntriebe. (770). Die übrigen Pappelmelampsoren haben forstlich geringere Bedeutung.

*M. larici-tremulae Kleb. (*M. laricis*) erzeugt auf den Nadeln der Lärche gelbliche Flecke und im Mai Spermogonien und sehr kleine, blaßrötliche Caeoma (*Caeoma laricis* pr. p.). Bei stärkerem Auftreten fällt ein großer Teil der Benadelung bald darauf vertrocknet ab. Die Uredo- und dunkelbraunen Teleutolager blattunterseits auf *Populus tremula*, *alba* gleichen denen der vorigen Art (767).

In ähnlicher Weise erzeugt *M. larici-populina Kleb. seine gelborangen Caeoma unterseits auf den Nadeln der Lärche (*Caeoma laricis* pr. p.) und seine Uredo unterseits auf gelben Flecken, seine schwarzbraunen Teleutolager oft gruppenweise oberseits auf den Blättern von *Populus nigra*, *canadensis* (762).

*M. Rostrupii Wagn. (*M. aecidioides*) entwickelt im Frühjahr Spermogonien und orangegelbe Caeoma in Gruppen auf hellen Blattflecken und an den Stengeln von *Mercurialis perennis* (*Caeoma mercurialis*); die Uredo- und dunkelbraunen Teleutolager unterseits auf gelben Blattflecken von *Populus tremula, alba* (772).

*M. Magnusiana Wagn., mit Spermogonien und orangegelben Caeoma in Gruppen auf gelben Blattflecken von *Chelidonium majus*, *Corydalis cava*, *solida* (*Caeoma chelidonii*, *C. fumariae*), die Uredo- und dunkelbraunen Teleutolager auf der Blattunterseite von *Populus tremula*, *alba* (773).

*M. allii-populina Kleb., mit Spermogonien und orangeroten Caeoma meist gruppenweise auf gelblichweißen Flecken der Blätter und Stengel von Allium-Arten (*A. ascalonicum*, *schoenoprasum*, *cepa*, *vineale* u. a.) und orangeroten Uredo- unterseits auf gelblichen Flecken und schwarzbraunen Teleutolagern vorwiegend blattunterseits auf *Populus nigra*, *canadensis*, *balsamifera* (764).

Noch zahlreicher sind die Weidenroste, die früher größtenteils als *Melampsora salicina* zusammengefaßt wurden. Zurzeit unterscheidet man:

M. amygdalinae Kleb. autöcisch, im Frühjahr mit Spermogonien und orangegelben Caeoma in Gruppen auf den jungen Blättern besonders unterseits und den jungen Zweigen, später blattunterseits mit orange Uredo- auf verfärbten Flecken und gruppenweise dunkelbraunen Teleutolagern auf *Salix amygdalina*, sowie *pentandra* (776).

*M. larici-pentandrae Kleb., im Frühjahr mit Spermogonien und orangegelben Caeoma auf gelblichen Flecken auf der Unterseite der Nadeln von Lärche (*Caeoma laricis* pr. p.), später orange Uredo unterseits auf verfärbten Flecken und gelbbraun-dunkelbraune Teleutolager blattunterseits auf *Salix pentandra*, *fragilis* × *pentandra* (777).

*M. allii-salicis albae Kleb., mit Spermogonien und in Gruppen orangegelben Caeoma auf gelblichen Blattflecken und an den Stengeln von Allium-Arten (*A. vineale, schoenoprasum, ursinum, porrum, cepa*) (*Caeoma alliorum* pr. p.) und Uredo auf verfärbten Flecken der Zweigrinde, den jungen Trieben und besonders blattunterseits und später dunkelbraune Teleuto besonders auf der Blattoberseite von *Salix alba f. vitellina*, *f. argentea.* Der Pilz kann auch ohne Wirtswechsel auf der Weide perennieren (779).

*M. allii-fragilis Kleb., Spermogonien und orangegelbe Caeoma in Gruppen auf verfärbten Flecken von Blättern und Stengeln von Allium-Arten (*A. vineale*, *sativum*, *schoenoprasum*, *cepa*, *ascalonicum*, *ursinum*, *porrum*, *oleraceum*) (*Caeoma alliorum* pr. p.), rotorange Uredo-unterseits auf rotgelben Flecken und dunkelbraunen Teleutolager blattoberseits auf *Salix fragilis*, *pentandra*, *fragilis* × *pentandra* (781).

*M. galanthi-fragilis Kleb. (*M. vitellinae*), Spermogonien und orange Caeoma beiderseits mitunter ringförmig auf größeren gelblichen Flecken auf den Blättern von *Galanthus nivalis* (*Caeoma galanthi*); orange Uredo unterseits auf gelben Flecken und dunkelbraune Teleutolager oberseits auf Blättern von *Salix fragilis*, *pentandra fragilis* × *pentandra* (783).

*M. larici-capraearum Kleb., im Frühjahr Spermogonien und blaßorange Caeoma auf gelblichen Blattflecken von Lärche (*Caeoma laricis pr. p.*); kleinere und größere Uredo auf gelben Blattflecken unterseits und gelbliche, später dunkelbraune Teleutolager blattoberseits an *Salix capraea*, *capraea* × *viminalis* u. a. (785).



Fig. 29. *Melampsora Hartigii* auf *Salix pruinosa*. (Nach von Tubeuf.)

*M. ribesii-viminalis Kleb., im Frühjahr Spermogonien und meist gruppenweise orange Caeoma unterseits auf blaßgelben Blattflecken von *Ribes rubrum*, *nigrum*, *grossularia*, *alpinum*, *aureum* (*Caeoma confluens*, *C. ribesii*). Orangegelbe Uredo- unterseits und glänzend dunkelbraune Teleutolager oberseits auf den Blättern von *Salix viminalis* (788).

*M. larici-epitea Kleb., mit verschiedenen Spezialformen (*M. Hartigii?*). Im Frühjahr Spermogonien und unterseits blaß orange Caeoma auf gelblichen Flecken der Nadeln von Lärchen (*Caeoma laricis* pr. p.). Orangegelbe Uredo unter- oder oberseits auf gelben Blattflecken und dunkelbraune Teleutolager meist unterseits auf den Blättern zahlreicher Salix-Arten (*S. viminalis*, *cinerea*, *aurita*, *hippophaefolia*, *daphnoides*, *acutifolia*. *retusa*, *nigricans*, *purpurea*, *reticulata*, *hastata u. a.*) (790) (Fig. 29).

*M. abieti-capraearum Tub. bringt im Mai/Juni seine Uredo- und Teleutolager auf der Blattunterseite von *Salix capraea* hervor, während seine gelben Caeomapolster auf der Unterseite der Nadeln von *Abies pectinata* gebildet werden (*Caeoma abietis pectinatae*) (795).

*M. ribesii-purpureae Kleb., im Frühjahr Spermogonien und orange Caeoma oft ringförmig meist unterseits auf blaßgelben Blattflecken von *Ribes grossularia*, *alpinum*, *aureum*, *sanguineum* (*Caeoma confluens* pr. p.). Orangerote Uredo unterseits auf gelben Blattflecken und braunschwarze Teleuto hauptsächlich unterseits auf den Blättern von *Salix purpurea*, *purpurea* × *viminalis* (796).

*M. ribesii-epitea Kleb., mit Spezialformen. Spermogonien und orange Caeoma von *Ribes nigrum* bzw. *alpinum* u. a. Uredo unterseits auf gelben Blattflecken und braune Teleuto unterseits auf braunen Flecken der Blätter von *Salix aurita* bzw. *grandifolia* u. a. (798).

*M. evonymi-capraearum Kleb. (*M. farinosa*), mit Spezialformen. Im Frühjahr Spermogonien und unterseits orange Caeoma in Gruppen auf orange Blattflecken von *Evonymus*

europaea. Uredo unterseits auf gelben Blattflecken, braune Teleuto unterseits auf braunen Blattflecken von *Salix aurita, cinerea, capraea, incana* (800).

*M. orchidi-repentis (Plowr.) Kleb. Spermogonien und orangegelbe Caeoma in Gruppen oder ringförmig auf gelblichen Blattflecken von *Orchis maculata, latifolia, incarnata, militaris, Gymnadenia conopea, Platanthera* u. a. Orange Uredo unterseits auf gelben Blattflecken und dunkelbraune Teleuto auf der Blattunterseite von *Salix repens* (802).

Die auf Kulturweiden vorkommenden Weidenroste sind insofern praktisch von Bedeutung, als bei starkem Befall die Blätter schon frühzeitig schwarzfleckig und trocken werden und abfallen. Durch wiederholte frühzeitige Entblätterung werden zuweilen ganze Weidenheger, z. B. von *Salix caspica* (*pruinosa*) völlig zugrunde gerichtet. Als Bekämpfungsmaßnahmen sind empfohlen worden: beim ersten Auftreten Abschneiden und Vernichten der befallenen Ruten, im Spätherbst Sammeln und Vernichten des abgefallenen Laubes und auch wiederholtes Bespritzen der Weiden mit Kupferkalkbrühe sowie verdünnter Karbolsäure (15 bis 25 g auf 10 l Wasser), Verwendung weniger anfälliger Sorten, z. B. *S. pruinosa* × *daphnoides*.

M. lini (Pers.) Desm., der Flachs- oder Leinrost, tritt in zwei verschiedenen biologischen Formen auf dem Lein und an *Linum catharticum* auf, die rotgelben Uredolager auf den Blättern, die zuletzt schwarzbraunen Teleutolager besonders an den Stengeln. Caeoma scheint nur selten vorzukommen. Der Flachsrost richtet mancherwärts zuweilen großen Schaden auf Flachsfeldern an, besonders auch dadurch, daß die Flachsfasern infolge des Befalls brüchig werden (806).

Sehr häufig ist M. helioscopiae (Pers.) Cast. (*M. euphorbiae*) in verschiedenen biologischen Rassen auf Euphorbia-Arten (*E. Gerardiana, helioscopia, cyparissias, exigua, peplus, esula* u. a.) im Frühjahr mit Spermogonien und kleinen gelbroten Caeoma an den Stengeln und Blättern, im Sommer mit rotgelben Uredo an den Blättern und zuletzt schwarzen Teleutolagern auf den Blättern und Stengeln (808).

Melampsoridium Kleb.

Spermogonien auf der Epidermis, kegelförmig. — Äcidien mit blasenförmiger, unregelmäßig aufreißender Peridie (*Peridermium*). Äcidiosporen in Ketten mit Zwischenzellen, teilweise warzig. — Uredolager mit halbkugeliger Peridie, ohne Paraphysen. Uredosporen einzeln auf ihren Stielen, teilweise stachelwarzig. — Teleutosporen einzellig, zu flachen, rotbraunen Lagern vereinigt, unter der Epidermis.

Nur wenige Arten.

*M. betulinum (Pers.) Kleb. (*Melampsora betulina*), der Birkenrost, ist im Sommer sehr häufig an verschiedenen Birkenarten, nicht selten so heftig auftretend, besonders auch an Sämlingen, daß vorzeitiger Laubfall verursacht wird. Die Blätter bekommen massenhaft kleine, gelbe Fleckchen und auf der Unterseite gelbe Uredo- und braune Teleutolager. Die Sporidien erzeugen an Lärchen auf der Unterseite der Nadeln Spermogonien und hellrote, peridermiumähnliche Äcidien (*Aecidium laricis*), doch kann der Pilz gelegentlich auch in der Uredoform auf den Birken überwintern und sich ohne Äcidien erhalten (816).

M. carpini (Nees) Diet. (*Melampsora carpini*), der Weißbuchenrost, erzeugt in manchen Gegenden auf Hainbuchen gelbe Blattflecke

und unterseits orangegelbe Uredo- und gelbbräunliche Teleutolager. Er kann auch mittels Uredo überwintern. Äcidien noch nicht bekannt (819).

Melampsorella Schroet.

Spermogonien. — Äcidien mit kurzer Peridie. Äcidiosporen in Ketten mit Zwischenzellen, durch Stäbchenstruktur warzig. — Uredolager mit halbkugeliger Peridie, ohne Paraphysen. Sporen einzeln, an kurzen Stielen, stachelwarzig. — Teleutosporen meist einzellig, meist zu mehreren in den Epidermiszellen gebildet, zu flachen blaßroten Lagern vereinigt, mit farbloser dünner Membran. — Sporidien blaß, rundlich.

Nur wenige Arten, heterözisch.

Von besonderer Bedeutuug ist der Erreger des Hexenbesens und des Krebses der Weißtanne (*Aecidium elatinum*), der zu *M. caryophyllacearum (DC.) Schroet. (*Melampsora cerastii*) gehört. Dieses bringt anscheinend in verschiedenen biologischen Formen auf verschiedenen Alsineen (*Stellaria*, *Cerastium*, *Malachium*, *Arenaria*, *Moehringia*) auf der Blattunterseite oft massenhaft orangegelbe Uredo- und auf den überwinterten Blättern im Mai unterseits ausgedehnte hell fleischfarbene Teleutolager hervor. In ausdauernden Alsineen (z. B. *Stellaria graminea*, *uliginosa*, *holostea*, *nemorum*, *Cerastium arvense*, *Malachium aquaticum*) perenniert der Pilz, um im nächsten Jahre neue Teleuto- und auch Uredolager hervorzubringen, so daß er sich dann ohne Äcidien erhalten kann. Die Sporidien infizieren im Mai-Juni die jungen Triebe der Weißtanne, worauf im Spätsommer leichte Anschwellungen entstehen, die sich in den folgenden Jahren allmächlich zu dicken Krebsbeulen entwickeln. Die an den infizierten Stellen vorhandenen Knospen wachsen im nächsten Frühjahr zu abnormen, angeschwollenen, senkrecht aufrechten Trieben mit bleichen, abstehenden, kurzen, rundlichen Nadeln aus, auf denen bereits im Juni/Juli Spermogonien und unterseits Äcidien erscheinen. Die rostkranken Nadeln fallen im Herbst ab, so daß der Trieb im Winter kahl ist. Das Mycel lebt in den infizierten Teilen weiter. Diese verdicken sich in den folgenden Jahren immer mehr zu tonnenförmigen oder einseitigen Krebsbeulen und großen Krebsgeschwülsten mit rissiger Rinde, und die daraus hervorgehenden infizierten Triebe entwickeln sich zu struppigen Hexenbesen, die ziemliche Größe erreichen und über 20 Jahre alt werden können (Fig. 30). Die Krebsgeschwülste, Schaftkrebse und Astkrebse, mit dem darin perennierenden Mycel werden über 60 Jahre alt. Zuweilen, besonders an den Stämmen, treten auch Krebsbildungen ohne Hexenbesen auf. Die Hexenbesen kommen nicht nur an den Seitenästen, sondern auch an den Stämmen vor. Die Äcidiosporen infizieren die genannten Alsineen. An Weißtannen ist das *Aecidium elatinum* nicht selten, mancherwärts, z. B. in den Alpen und im Schwarzwald, sogar außerordentlich häufig, zuweilen über 100 kleinere und größere, zum Teil bald wieder abgestorbene Hexenbesen an einem Baum. Der an den Stämmen durch die Krebsgeschwülste angerichtete Schaden ist, besonders in älteren und reinen Tannenbeständen, oft recht erheblich (stellenweise wurden bis 70 % erkrankte Bäume beobachtet), da an den Stammkrebsstellen Infektionen durch holzzerstörende Schwämme eintreten und auch leicht Bruch durch Stürme und Schneedruck erfolgen kann. Es werden Bäume jedes Alters befallen, sowohl an den Seitenzweigen wie am Mitteltrieb.

Anscheinend kommen die krebsigen Stämme auf Lehmboden und in tieferen Lagen häufiger vor als auf Sandboden und in höheren Lagen. Außer von Weißtanne ist die Krankheit von *Abies Nordmanniana, cephalonica, pinsapo, balsamea, pichta, sibirica, concolor, grandis, lasiocarpa. nobilis, magnifica* bekannt (821).

Zur Bekämpfung der Krankheit wird angeraten: fortgesetzter Aushieb aller mit Schaftkrebs behafteten Tannen (sogenannten „Rädertannen"), besonders schon in jüngeren Beständen, sowie Ausschneiden aller erreichbaren Hexenbesen und aller nahe ihrer Ansatzstelle krebskranken Seitenäste. Ausrotten der Zwischenwirte dürfte praktisch nur selten durchführbar sein.



Fig. 30. Hexenbesen der Weißtanne durch das Äcidium von *Melampsora caryophyllacearum* (DC.) Schroet. erzeugt.

*M. symphyti (DC.) Bub. (*Uredo symphyti*) perenniert auf *Symphytum officinale*, *tuberosum* u. a., auf dessen Blattunterseiten und Stengeln es massenhaft gelbrote Uredolager und im Frühjahr weißlich rosae Teleutolager hervorbringt. Die Spermogonien und Äcidien werden im Juni auf der Unterseite der Nadeln der Weißtanne erzeugt (825).

Pucciniastrum Otth.

Spermogonien unter der Kutikula. — Äcidien mit Peridie. Äcidiosporen in Ketten mit Zwischenzellen-Membran mit Stäbchenstruktur. — Uredolager mit halbkugeliger Peridie. Uredosporen einzeln auf Stielen gebildet mit farbloser stachelwarziger Membran. Ohne Paraphysen. —

Teleutosporen unter der Epidermis zu flachen Krusten vereinigt, meist durch vertikale Längswände zwei- oder vierzellig. — Sporidien kugelig. Wenige Arten, heterözisch.

*P. abieti-chamaenerii Kleb. (*Melampsora epilobii* pr. p., *Pucciniastrum pustulatum*) erzeugt auf den Blättern von *Epilobium angustifolium, Dodonaei* auf gelben und roten Flecken unterseits kleine gelbrote Uredo- und schwarzbraune Teleutolager. Durch die Sporidien werden im nächsten Frühjahr die Nadeln von *Abies pectinata* infiziert und gelblich verfärbt, auf denen unterseits Spermogonien und Äcidien entstehen. Die Tannen werden durch Entnadelung manchmal stark geschädigt (829).

Auf anderen Epilobium-Arten (*E. palustre, roseum, parviflorum, hirsutum, montanum, tetragonum* u. a.) bringt P. epilobii (Pers.) Otth (*Melampsora epilobii* pr. p.) seine gelbroten Uredo- und schwarzbraunen Teleutolager auf den Blattunterseiten und an den Stengeln hervor. Äcidien noch nicht bekannt (831).

*P. circaeae (Schum.) Speg. (*Melampsora circaeae*) erzeugt auf Circaeae-Arten große blasse Blattflecke mit unterseits gelben Uredo- und gelblichbräunlichen Teleutolagern. Möglicherweise perenniert der Pilz. Die Äcidien werden auf den Nadeln der Weißtanne gebildet (833).

P. agrimoniae (DC.) Tranz. (*Melampsora agrimoniae*) auf Agrimonia-Arten mit massenhaften orangegelben Uredo- und spärlichen rotbraunen Teleutolagern auf den Blattunterseiten. Äcidien noch unbekannt (834).



Fig. 31. Fichtenzapfen mit *Aecidium strobilinum*. (Nach Hartig.)

Thecopsora Magn.

Spermogonien. — Äcidien mit kugeliger, holziger oder zylindrischer, dünner Peridie. Äcidiosporen mit Stäbchenstruktur. — Uredolager mit halbkugeliger Peridie, Uredosporen einzeln auf Stielen gebildet, stachelwarzig. Ohne Paraphysen. — Teleutosporen in den Epidermiszellen gebildet, meist in Krusten, durch vertikale Längswände zwei- oder vierzellig, braun. — Sporidien.

Mehrere Arten, heterözisch.

*T. areolata (Fr.) Magn. (*Melampsora padi*, *Pucciniastrum padi*) erzeugt auf *Prunus padus*, sowie *virginiana*, *serotina* auf der Unterseite von kleinen, eckigen, braunroten Blattflecken gruppenweise weißsporige Uredolager und auf der Blattoberseite dunkelbraune, krustenartige Teleutolager. Durch Infektion der jungen Zapfen von *Picea excelsa* mittels der Sporidien etwa Anfang Mai werden diese mißgebildet mit sparrig abstehenden Schuppen. Im Juni erscheinen auf letzteren Spermogonien und im Juli/August auf ihrer Innenseite als „Fichtenzapfenrost“ dicht gedrängte braune Äcidien mit derber, holziger Peridie (*Aecidium strobilinum*) (Fig. 31). Die Samen solcher Zapfen sind meist verkümmert. Der Pilz kann gelegentlich auch die Triebe der Fichte infizieren (836).

T. vacciniorum (Link) Karst. (*Pucciniastrum vacciniorum*, *T. myrtillina*, *Melampsora vaccinii*) bringt auf den Blättern von Vaccinium-Arten (*V. myrtillus*, *vitis idaea*, *uliginosum*, *oxycoccus* u. a.) unterseits sehr kleine gelbe Uredo- und braune krustenförmige Teleutolager hervor. Zugehörige Äcidien noch nicht sicher bekannt (840).

*T. sparsa (Wint.) Magn. (*Pucciniastrum sparsum*) mit sehr kleinen orangegelben Uredo unterseits auf karminroten Flecken und Teleutolager oberseits auf den Blättern von *Arctostaphylos uva ursi*, *alpina*, entwickelt Spermogonien und Äcidien auf den Nadeln von *Picea excelsa* (844).



Fig. 32. Ein durch *Calyptospora Goeppertiana* Kühn deformierter Preißelbeerzweig. (Nach Hartig.)

Calyptospora Kühn.

Spermogonien anscheinend fehlend. — Äcidien mit zylindrischer dünner Peridie. Äcidiosporen in Ketten mit Zwischenzellen, Membran durch Stäbchenstruktur warzig. – Uredo fehlend. – Teleutosporen in den Epidermiszellen von deformierten Zweigen, in ausgedehnten Krusten, meist durch vertikale Längswände vierzellig.

Eine Art, heterözisch.



Fig. 33. Weißtannenzweig mit *Calyptospora Goeppertiana* Kühn (*Aecidium columnare*). (Nach Hartig.)

*C. Goeppertiana Kühn (*Pucciniastrum Goeppertianum*) lebt perennierend in den Zweigen der Preißelbeere. Die befallenen Triebe sind deformiert, steif aufrecht, abnorm verlängert, infolge Rindenhypertrophie stark verdickt, zuerst weiß bis rötlich, später korkbraun, und enthalten Teleutosporen. Die unteren Blätter verkümmern und fallen zum Teil ab (Fig. 32). Die Sporidien infizieren etwa im Mai die jungen Nadeln von Weißtannen und verschiedenen anderen Abies-Arten und bringen auf ihnen unterseits 3 mm hohe zylindrische Äcidien: das Tannennadeläcidium hervor (*Aecidium columnare*) (Fig. 33). Die Nadeln sind gelblich

verfärbt und fallen später im Sommer ab. Die Äcidiosporen vermögen im Juli/August die Preißelbeerpflanzen zu infizieren, zunächst ohne äußere Wirkungen. Erst im nächsten Jahr werden die neuen Triebe deformiert. Eine nennenswerte Schädigung durch Erkrankung eines größeren Teiles der Nadeln kommt nur an jungen Weißtannen vor, wenn diese zwischen stark befallenen Preißelbeeren stehen. Durch Vernichtung der letzteren ließe sich die Schädigung verhüten. Daß die Sporidien die Preißelbeeren unmittelbar wieder zu infizieren vermögen, ist noch nicht erwiesen (846).

Uredinopsis Magn.

Spermogonien und Äcidien wie bei *Pucciniastrum*. — Uredolager mit einer aus schlauchartigen Zellen gebildeten Peridie. Uredosporen einzeln gebildet, gestielt, meist farblos, ohne Keimporen, teils dünn-, teils dickwandig; die dickwandigen überwinternd. — Teleutosporen einzeln, interzellular im Parenchym, zwei- bis vierzellig, mit farbloser Membran. — Sporidien kugelig.

Wenige Arten, auf Farnen.

Milesina Magn.

Spermogonien und Äcidien wie bei *Pucciniastrum*. — Uredolager von einer Peridie oder Paraphysenkranz umgeben. Uredosporen einzeln auf Stielen gebildet, farblos, ohne Keimporen. — Teleutosporen einzeln oder zu mehreren intrazellular in der Epidermis, farblos, mehrzellig.

Wenige Arten, auf Farnen.

Hyalopsora Magn.

Spermogonien und Äcidien wie bei *Pucciniastrum*. — Uredolager ohne Peridie, mit Paraphysen. Uredosporen nicht gestielt, mit Keimporen, innen gelb. — Teleutosporen in ein- bis zweischichtigen Krusten intrazellular in der Epidermis, farblos, meist durch vertikale Längswände zwei- bis vierzellig.

Wenige Arten, auf Farnen.

Von den teils noch zu wenig beachteten auf Farnen vorkommenden Rostpilzen seien nur genannt:

*Uredinopsis filicina (Nießl) Magn. (*Uredo polypodii* pr. p.) mit gelblichgrauen Uredolagern und Teleuto auf der Blattunterseite von *Phegopteris polypodioides*. Vielleicht gehört als Äcidiengeneration hierher der Rost, der seine Spermogonien und weißen Äcidien unterseits auf gelblich verfärbten Nadeln von *Abies pectinata* u. a. hervorbringt (*Aecidium pseudocolumnare*) (849).

*Milesina blechni Syd. (*Uredo scolopendrii* pr. p.) unterseits von gelblichen Blattflecken mit gelblichen Uredolagern und Teleuto auf *Blechnum spicant*. Die Äcidien werden wie bei voriger auf den Nadeln der Weißtanne erzeugt, doch kann sich der Pilz auch mittels Uredo auf dem Farn von einem zum anderen Jahre fortpflanzen.

*Hyalopsora polypodii dryopteris (Moug. et Nestl.) Magn. (*Pucciniastrum aspidiotus, Uredo polypodii* pr. p.) Uredolager auf beiden Blattseiten und Teleutosporen auf *Phegopteris dryopteris, Robertiana*. Äcidien vermutlich auf Weißtanne (857).

H. polypodii (Pers.) Magn. (*Pucciniastrum polypodii*, *Uredo polypodii* pr. p.) auf den Blattunterseiten mit Uredolagern und Teleutosporen in gelbbraunen Blattflecken von *Cystopteris fragilis*. Die Uredosporen können überwintern. Äcidien vielleicht auf Weißtanne (859).

Auriculariineae, Tremellineae, Dacryomycetineae.

Von G. Lindau.

Die genannte Ordnung unterscheidet sich von den Uredineen dadurch, daß ihre sonst ganz gleich gestalteten Basidien nicht aus Chlamydosporen hervorgehen, sondern meist dicht nebeneinander stehend ein Hymenium bilden. Die meisten Arten kommen an faulem Holz vor; wir wissen ebensowenig wie bei vielen Ascomyceten, ob nicht das Mycel bereits im lebenden Aste sitzt, aber erst im abgestorbenen Holz Fruchtkörper hervorbringt. Als Vertreter der Ordnung, die in mehrere Familien zerfällt, nenne ich das bekannnte Judasohr, *Auricularia auricula judae* (L.) Schroet.; dieser Pilz kommt bei uns und noch viel häufiger in den Tropen vor. Seine durch Wasseraufnahme gallertig quellenden Fruchtkörper sind braun bis schwarz und sehen häufig ohrenartigen Gebilden täuschend ähnlich; durch Austrocknen schwindet der Fruchtkörper auf schwarze, unscheinbare Häutchen zusammen. Für *Stypinella* (*Helicobasidium*) *mompa* (Tanaka) Lindau wird angegeben[1]), daß sie die Wurzeln von Maulbeer- und Pappelbäumen in Japan zerstört. Durch das Mycel wird der gesamte Rindenkörper der Wurzeln bis auf die Bastfasern verzehrt. Am Fuße des Stammes erscheinen dann die bräunlich-purpurnen, wergartigen Basidienlager. Die Krankheit bedarf noch näherer Untersuchung.

Die Vergallertung der äußeren Membranschichten der Hyphen ist auch der nächsten Ordnung eigentümlich, die als Tremellineae oder Zitterpilze bezeichnet wird. Äußerlich den Auriculariineen sehr ähnlich, unterscheiden sie sich leicht durch die über Kreuz in vier Zellen geteilten Basidien; jede Zelle trägt ein meist langes Sterigma, das an der Spitze eine Spore erzeugt. Daß auch zweizellige Basidien vorkommen, davon nur beiläufig. Auch in dieser Ordnung wurden bisher keine Schädlinge gefunden, weshalb ich mich auf diese kurzen Andeutungen beschränke.

Wir kommen nun zu den Autobasidiomycetes, deren Hauptmerkmal die ungeteilte Basidie ist. Die Ordnung der Dacryomycetineae, welche äußerlich durch ihre fast gallertartige Beschaffenheit an die Tremellineen erinnert, besitzt Basidien, welche in zwei lange Zweige ausgehen, deren jeder an der Spitze ein Sterigma mit Spore besitzt. Sehr bekannt ist *Dacryomyces deliquescens* (Bull.) Duby, der an bearbeitetem, nacktem Nadelholz nach Regen in Form von kleinen rötlichen gallerartigen Tröpfchen auftritt, aber beim Eintrocknen fast spurlos verschwindet. Im Gebirge sind an Nadelholzstümpfen die roten oder gelben Calocera-Arten häufig, die äußerlich täuschend einer Clavaria gleichen, aber weich-gallertig sind und trocken ganz einschrumpfen.

[1]) O. Loew in Forstl. Naturwiss. Zeitschr. IV, 1895, S. 458.

Exobasidiineae.

Von G. Lindau.

Die Ordnung der Exobasidiineae entspricht etwa den Exoasceae bei den Ascomyceten und besteht ausschließlich aus parasitischen Formen. Die einzige bekannte Gattung ist *Exobasidium* Woron. Das Mycel lebt im Innern der Pflanzenteile und erzeugt die Basidien in Lagern, welche die Epidermis durchbrechen und zuletzt frei stehen. Die Basidien stellen langgestreckte, keulige Zellen dar, die auf vier endständigen Sterigmen die vier Sporen tragen. Die Auskeimung der Sporen in Nährlösung erfolgt mit Hefekonidien. Allen Arten ist eigentümlich, daß sie mehr oder weniger deutlich Gallenbildungen an den befallenen Nährpflanzen hervorrufen. Die bekannteste Art ist *E. vaccinii* (Fuck.) Woron., das auf verschiedenen Vaccinium-Arten, besonders aber auf der Preißelbeere auftritt. Die Krankheit befällt die Blätter, Stengel und Blüten, und zwar nach Woronins Angaben um so reichlicher, je feuchter der Boden ist. Die erkrankten Stellen schwellen ganz bedeutend an und dehnen sich häufig auf das ganze Blatt aus, welches auf der Oberseite leuchtend karminrot wird, anfangs seine glatte, glänzende Oberfläche behält, später aber unterseits mit einem glanzlosen, weißen oder gelblichen Überzuge bedeckt erscheint. Zuerst erscheint das Gewebe schwammig und weich, weshalb die Krankheit auch bisweilen „Schwammkrankheit" genannt wird. Zuletzt treten auf der Oberfläche der degenerierten Organe dunkelgelbe oder braune Flecken auf, womit eine gänzliche Verschrumpfung beginnt und der Tod eingeleitet wird.

Einen wirklich wirtschaftlich schädigenden Einfluß des Pilzes konnte Sadebeck[1]) bei *Vaccin. myrtillus* in der Nähe von Harburg konstatieren. Die erkrankten Blätter hatten die drei- bis vierfache Größe der normalen erreicht, waren nicht fleischig, oberseits auffallend gelblich, unterseits mit einem weißen Reif überzogen. Das von den bisherigen Beobachtungen Abweichende ist, daß S. nicht nur jedes Blatt eines Pflänzchens, sondern fast sämtliche Pflänzchen auf einem 2—3 mm breiten und 600 m langen Waldstreifen erkrankt sah. Durch die Erkrankung ist die Blüten- und Fruchtentwicklung unterdrückt.

Im krankhaft veränderten Blatte sieht man zwischen den weiten, farblosen Parenchymzellen und stellenweise sogar innerhalb derselben ein Mycel aus sehr feinen, ungefärbten Fäden, die verzweigt und mit Querwänden versehen sind und sich um so üppiger entwickeln, je näher sie der Epidermis liegen. Von den Mycelfäden erheben sich die dicken, keulenförmigen, mit farblosen Plasma erfüllten Basidien, die bis zur Cuticula gelangen, dieselbe allmählich in die Höhe heben und endlich unregelmäßig zerreißen (Fig. 34, *3*).

Die reifen Sporen sind spindelförmig, an beiden Enden zugespitzt, bisweilen oben abgerundet und dabei mit einem leichten, einseitigen Kniegelenk versehen. Bei der Keimung schwellen sie an und werden durch eine Teilungswand in zwei Zellen gegliedert, deren jede einen feinen Faden treibt, an dem auf winzigen Sterigmen die Konidien entstehen. In Nährlösungen sprossen die Konidien weiter aus. Gewöhnlich treten in der ausgekeimten Spore noch weitere Teilungswände auf.

---

[1]) Bot. Centralbl. XXV, 1886, S. 289.

Während die Krankheit bei der Heidelbeere weniger den Charakter einer Gallenbildung zeigt, entstehen bei der Preiselbeere Verdickungen des Stengels und der Blätter, an letzteren häufig kuglige Anschwellungen, die fast wie Preißelbeeren aussehen. Die Fig. 34, *1*, *2* zeigt die Gallen an Stengeln und Blättern. Die Krankheit ist überall häufig.

Es kommt auf *Arbutus uredo* der *E. unedonis* Maire in Algier in großer Menge vor. Auf Azaleen findet sich in Gewächshäusern in Deutschland, Italien und Holland der *E. azaleae* Peck, der wachsartige Anschwellungen erzeugt. Ferner findet sich auf Rhododendron das *E. rhododendri* Cram., das die „Saftäpfel“ an den Blättern der Alpenrosen hervorbringt. Erwähnenswert ist *E. lauri* (Bory) Geyl.[1]), das an den Stämmen von *Laurus nobilis* und *canariensis* auf den Kanarischen Inseln hornartige oder geweihähnliche, harte Auswüchse erzeugt, die oft luftwurzelartig verlängert sind und früher auch für Luftwurzeln gehalten wurden. Es erscheint übrigens noch nicht sicher, ob der Pilz allein die Ursache dieser Auswüchse ist.



Fig. 34. *Exobasidium vaccinii* Woron.
1 Gallenartig angeschwollener Stengel der Preißelbeere. *2* Blattgalle. *3* Ein Stück des Hymeniums.

Auf dem Tee ist eine gefährliche Krankheit aufgetreten, die MASSEE auf das *E. vexans*[2]) zurückführt. Der Pilz tritt an der Unterseite der Blätter auf, wo große runde Flecken erzeugt werden, die an der Oberfläche weiß sind und unter der Lupe mehlig erscheinen. Die Basidien bilden zwei Sporen an der Spitze aus, außerdem finden sich noch zweizellige geteilte Konidien, welche fast wie Pucciniateleutosporen aussehen. Hauptsächlich verbreitet sich der Pilz im feuchten April bis Mai, während die Konidiensporen das ganze Jahr vorkommen. Die befallenen Blätter sterben bald ab, so daß eine Teepflanzung durch die Zerstörung des Laubes einen trostlosen Anblick verursacht. Die Verbreitung der Sporen findet durch den Wind statt und die Keimung erfolgt nur an neuen Blättern oder Stengeln. Die Krankheit kommt in Indien sehr häufig vor und hat sich sehr schnell weiterverbreitet, so daß sie fast in ganz Indien zu finden ist. Die Bekämpfung wird durch Abpflücken und Vernichten der kranken Blätter und durch Spritzen mit Bordeauxbrühe erzielt. Eine ganz ähnliche Krankheit kommt in Japan und auf Formosa ebenfalls auf der Teepflanze vor und wird dort durch den ähnlichen Pilz, *E. reticulatum* Ito et Sarrada[3]) verursacht.

---

[1]) VON TUBEUF in Zeitschr. f. Land- und Forstwissenschaft XI, 1913, S. 401.

[2]) HAROLD OF MAN, The Blister Blight of Tea in Indian Tea Association, Calcutta 1906, n. 3; MC REA in Agricult. Research. Inst. Pusa Bull. 18, 1910.

[3]) The Tokyo Botan. Magaz. XXVI, 1912, S. 337.

Hymenomycetineae.

Von G. Lindau.

Die Hauptmenge der Autobasidiomyceten umfaßt die Ordnung der Hymenomycetineae. Die systematische Gliederung in die einzelnen Familien wird durch die Art der Ausbildung des Hymeniums bedingt. Bei den niedersten Familien bildet das Hymenium noch eine mehr oder weniger deutlich ebene Fläche; die höheren Gruppen dagegen zeigen eine Gliederung insofern, als die ursprünglich ebene Fläche durch allerlei Differenzierungen vergrößert wird. Damit wird erreicht, daß auf demselben Flächenraum eine ungleich größere Zahl von Basidien Platz hat. Die Einteilung wird am besten aus der folgenden Tabelle hervorgehen.

A. Fruchtkörper schimmelartig oder fester verflochten. Basidien locker nebeneinander stehend, meist als Seitenäste gebildet, noch nicht zu einem fest geschlossenen Hymenium vereinigt — Corticiaceae

B. Fruchtkörper aus fest geschlossenem Gewebe mit differenzierten Sondergeweben bestehend:
- a. Hymenium glatt oder nur schwach warzig oder runzlig.
  1. Fruchtkörper verschieden gestaltet, lederig oder holzig, niemals keulig oder verästelt — Thelephoraceae
  2. Fruchtkörper meist fleischig, keulig oder baumförmig — Clavariaceae
- b. Hymenium nicht auf glatten Flächen verteilt.
  1. Hymenium auf Stacheln — Hydnaceae
  2. Hymenium auf deutlichen Falten oder in Röhren — Polyporaceae
  3. Hymenium auf Lamellen — Agaricaceae

Wir beginnen mit den Corticiaceen, welche nur geringe Bedeutung als Krankheitserreger besitzen. Die Gattung *Tomentella* Pers. zeichnet sich durch die spinnwebenartigen oder dünnfleischigen Fruchtkörper aus, die aus locker verflochtenen Hyphen zusammengesetzt sind. Die letzten Auszweigungen dieser Mycelhyphen werden von den keulig angeschwollenen Basidien gebildet, auf deren Spitze 2—4, oft aber auch 6 Sterigmen stehen. Die Sporen sind glatt und farblos. Als Parasit führt B. Frank[1]) die *Tomentella cucumeris* Lindau an, die an faulenden Gurkenstengeln einen grauen, abhebbaren Überzug bildet. Es erscheint zweifelhaft, ob der Pilz ein wirklicher Parasit ist und nicht bloß ein Saprophyt, dem erst durch andere Ursachen vorgearbeitet werden muß. Straaňák[2]) stellte fest, daß *T. cucumeris* bei Brandeis in Böhmen die Gurkenkulturen zum Absterben brachte, wodurch die Schädlichkeit bewiesen würde, denn die Gurken verwelkten und starben schnell ab.

Dasselbe gilt für *T. solani* Lindau, die Prillieux und Delacroix[3]) auf Kartoffelpflanzen fanden. Es zeigte sich, daß der Pilz nicht die

[1]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. I, 1883, S. 62.
[2]) In Imedélské Zprávy 1909 č. 21 vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XX. 1910, S. 425.
[3]) Bull. Soc. Mycol. de France, 1891, S. 220.

Ursache[1]) einer Fäulnis der Kartoffel war, wie bisher angenommen wurde.

STEVENS und HALL[2]) beschrieben eine Krankheit der Apfel-, Birn- und Quittenbäume aus Nordamerika, die sich im Braunwerden und Absterben der Blätter äußert. An diesen finden sich lange rhizomorphenartige Mycelstränge, die den Pilz auf die jüngsten Zweige, die Blattstiele und die Blätter ausbreiten. Auf der Oberseite der Blätter verbreitet sich ein feines Netzwerk, das kaum sichtbar ist, oder ein dichtes, filziges Gewebe auf der Unterseite, das den sporogenen Teil des Pilzes darstellt. Auf dem ursprünglichen Mycel sowie nach Ausreifen des letzteren finden sich 3—4 mm große, rundliche Sklerotien, und zwar gehören sie zu *T. ochroleucus* (Noack) Lindau, bekannt aus Brasilien. Der Pilz ist vielleicht noch in anderen Erdteilen als in Nordamerika verbreitet.

Ferner hat Eriksson den Pilz Rhizoctonia violacea Tul. zu *Tomentella* gestellt. Über ihn vergleiche bei *Rhizoctonia*. Endlich hat BERNARD[3]) einen auf Tee zwar nur saprophytisch auftretenden, aber der Pflanze sehr schädlichen Pilz *T. theae* veröffentlicht, der auf Java auftritt und durch das Verbrennen der befallenen Pflanzenteile und öfteres Bespritzen mit Bordeauxbrühe bekämpft wird.

Von größerer Wichtigkeit ist die Gattung *Aureobasidium* Viala et Boy.[4]) mit der Art *A. vitis*. In den Jahren 1882—1885 trat in verschiedenen Distrikten Südfrankreichs eine Krankheit der Weinbeeren auf, die anfangs bedeutenden Schaden stiftete, dann aber zurückging. Die Beeren erhalten im Herbst einen kleinen dunklen Flecken, der sich ausbreitet. Die Haut der Beere sinkt auf mehr als ein Drittel der Beere ein und verschrumpft. Auf diesen trockenen Stellen erscheinen dann die Fruchtkörper des Pilzes, die aus winzigen, schimmelartigen Flöckchen von hellgelber Farbe bestehen. Die Basidien erzeugen meist sechs, oft aber mehr Sterigmen. Das Gewebe der Beere wird von dem reich verzweigten, aus farblosen Hyphen bestehenden Mycel durchzogen, das an bestimmten Zellen die Beerenepidermis durchbricht, um außen die Fruchtkörper zu bilden. Einige Jahre später wurde der Pilz dann auch auf Blättern und Schossen gefunden[5]). Die Blätter verlieren allmählich ihre grüne Färbung und werden rot. Auf den Ruten bilden sich an den befallenen Stellen rotbraune Flecken. Durch dieses Bild wird eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Rotbrenner der Reben erzielt. Auch in Mittelitalien ist die Krankheit schädigend aufgetreten, doch niemals in empfindlicher Weise trotz der scheinbar weiten Verbreitung[6]). MONTEMARTINI[7]) hat dieselbe Krankheit bei Parenzo beobachtet, wo die Weinstöcke dadurch im Jahre 1896 so geschwächt wurden, daß sie abstarben. Hier waren aber die Fruchtkörper nicht gelb, sondern weiß, weshalb der Autor diese Art als *var. album* unterscheidet. Erwähnt sei noch, daß PRILLIEUX und DELACROIX den Pilz zu Exobasidium gestellt

[1]) PETHYBRIDGE in VII Report Journ. Dep. Agric. and Techn. Instit. for Ireland XVI, 1916, S. 564.

[2]) Ann. mycol. VII, 1909, S. 49.

[3]) Bull. du Departm. de l'Agric. aux Ind. néerland., Buitenzorg VI, 1907, S. 16.

[4]) Compt. rend. CXII, 1891, S. 1148; Ann. de l'École Nat. d'Agric. de Montpellier 1891; vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. II, 48.

[5]) VIALA et BOYER in Compt. rend. CXIX, 1894, S. 248.

[6]) PEGLION in Boll. di Entom. agr. e Pat. veget. IV, 1897, S. 302; GABOTTO in Atti Congr. Natur. Ital., Milano 1907, S. 514.

[7]) Atti dell' Ist. bot. Univ. di Pavia V, 1897.

haben, was sicher unzutreffend ist. Zur Bekämpfung hat man Bordeauxbrühe angewandt, aber ohne jeden Erfolg. Das Auftreten des Pilzes scheint von der Witterung abhängig zu sein, denn in besonders feuchten Jahren trat er viel intensiver auf als in trockenen. Damit stimmt auch überein, daß die Krankheit in Mittelitalien, wo ihre Ausbreitung durch die Sommerhitze gehemmt wird, niemals allzu große Bedeutung gewinnt.

Häufig ist bei uns die Gattung *Stereum* Pers., die sich durch die lederigen, fast flachen, oft nach unten gelegenen Hymenien auszeichnet. Von den vielen Arten kommt hier nur der Pilz des Silberglanzes oder Bleiglanzes, Silber leaf oder Silber blight der Engländer, le Plomb der Franzosen, der *S. purpureum* Pers. in Frage. Es findet sich auf Steinobst, Stachelbeeren, Johannisbeeren, Syringen, Platanen, Kastanie, Schlehen, Kreuzdorn, Rosen und vielen anderen Bäumen stellenweise sehr häufig und ist bisher in Nordamerika, England, Frankreich, Holland, seltener in Deutschland, Österreich, Südafrika und anderen Ländern beobachtet worden. Im Anfang beschränkt sich die Krankheit auf einzelne Zweige eines Baumes, indem die Oberseite der Blätter eine milchähnliche Färbung annimmt. Häufig dehnt sich im Frühjahr diese Färbung über den ganzen Baum aus, indem auch die Wurzelausschläge sich verfärben. Es ist dies ein Zeichen, daß die Wurzeln des Baumes angesteckt sind. Die Krankheit kann sich auf 3—6 Jahre erstrecken, ehe der Baum völlig abgetötet ist. PRILLIEUX beschrieb 1885 die Krankheit, später widmete sich R. ADERHOLD der Erkrankung. Beide Forscher konnten die Färbung nicht aufklären, bis PERCIVAL die Bräunung des Holzes und durch Feuchtlegen desselben *S. purpureum* entdeckte. GÜSSOW[1]), der sich monographisch über die Krankheit verbreitete, entdeckte in der Erde an den Wurzeln das Mycel des Pilzes und schildert die Impfversuche an gesunden Bäumen. Wir haben es hier mit einer Krankheit zu tun, welche sich erst in neuester Zeit verbreitet hat und, wenn nicht gehörig beachtet, ihr Verbreitungsgebiet weiter ausdehnen wird. MÜNCH[2]) fand bei seinen Versuchen, daß das Holz von *S. purpureum* um so mehr angegriffen wird, je weniger Wasser es enthält; erst wenn im Frühjahr wieder Wasser in größerer Menge hinzukommt, so ist es dem Mycel gegenüber immun.

Im Eichenholz rufen verschiedene Arten sehr weitgehende Zersetzungserscheinungen hervor. So hat R. HARTIG[3]) näher studiert, wie *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers.[4]) und *S. frustulosum* (Pers.) Fries (*Thelephora perdix* Hart.) das Eichenholz zerstören. Von dem Mycel des ersteren Pilzes wird das Holz in weißen Zonen oder Streifen durchsetzt (gelb- oder weißstreifiges Holz), während durch die zweite Art kleine, isolierte, weiße Partien im Holz (Fliegenholz, Rebhuhnholz) gebildet werden, welche schließlich hohl werden. Durch das Mycel wird die Holzsubstanz in Zellulose verwandelt, und die Mittellamellen und der Zellinhalt werden aufgelöst. M. C. POTTER[5]) beschreibt einen

---

[1]) H. T. GÜSSOW, Der Milchglanz der Obstbäume in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XXII, 1912, S. 385; vgl. SORAUER, Handb. d. Pflanzenkr., 3. Aufl., I, 285.

[2]) E. MÜNCH, Untersuchungen über Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen. München 1909.

[3]) Zersetzungserscheinungen usw. 1878, S. 129 u. 103.

[4]) Vergleiche dazu sowie über andere Spezies MÜNCH in Zeitschr. f. Land- und Forstwirtschaft VIII, 1910, S. 389.

[5]) On a canker of the oak in Transact. of the Engl. Arboricult. Soc. 1901/02 (vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIII, S. 301).

Eichenkrebs, der durch *S. quercinum* Pott. hervorgerufen werden soll. Die Krebsstellen liegen an der Basis abgestorbener Zweige, woraus mit Sicherheit hervorzugehen scheint, daß der Pilz zuerst saprophytisch die toten Äste befällt und von da aus erst auf lebendes Gewebe übergeht. Durch die Infektion werden die Markstrahlen gebräunt, und das Cambium wird teilweise getötet, wodurch klaffende Wunden entstehen. Durch das Bestreben des Baumes, diese Wunden durch Überwallung zu schließen, entstehen im Laufe der Jahre die großen, auf seitlichen Anschwellungen stehenden Krebswunden. In den Krebsstellen entstehen die zahlreichen kleinen Fruchtkörper.

Die Gattung *Corticium* Pers. sieht der Gattung *Stereum* ähnlich, nur das Hymenium sitzt auf der Oberseite, und der Fruchtkörper hebt sich nur ganz wenig vom Rande ab. Hauptsächlich kommt hier die von *C. javanicum* Zimm.[1]), welcher die Krankheit Djamoer Oepas verursacht, in Betracht. Durch das Absterben der Äste macht sich die Krankheit bemerkbar, auf der Borke und in ihr wuchert der Pilz, indem er bis ins Holz eindringt. Später reißt die Rinde ein und fällt vom Baume ab; dadurch wird aber der Baum bald abgetötet. Die Krankheit kommt an Thee, Kaffee, Kakao und vielen Kulturbäumen vor und ist hauptsächlich in den östlichen Tropen verbreitet. Zur Verhütung und Ausheilung sind sämtliche Wunden mit Teer zu überstreichen. Da die Infektion der Sporen von den Wunden aus durch den Wind erfolgt, so genügt das Überstreichen mit Teer in den meisten Fällen. Eine ähnliche Krankheit ist in Westindien unter dem Namen *Pink disease* auf Kakao, Kaffee, Ficus und anderen Pflanzen durch *C. salmonicolor*[2]) B. et Br. bekannt geworden.

Die Basidienlager besitzen eine feste Mittelgewebeschicht und haben spitze hervorragende Borsten bei *Hymenochaete*, von denen nur *H. noxia* Berk.[3]) in Frage kommt. Der Pilz befällt Tee, Kakao, Castilloa, Hevea, Brotfruchtbäume und andere Tropenbäume in der östlichen Hälfte der Tropen, siedelt sich am Wurzelhals an und wächst am Stamm in die Höhe, denselben völlig umringend und meist abtötend. Der gefährliche Schmarotzer wird Limumea genannt und ist den Bäumen sehr gefährlich. Wenn die Rinde rechtzeitig abgeschabt und mit Blaustein geätzt wird, erhält man den Baum über ein Jahr länger. Auch das Umarbeiten des Bodens soll das Mycel abtöten.

Über Schädlinge aus der Familie der Telephoraceae liegen nur wenige Beobachtungen vor. Die meisten Vertreter der hierher gehörigen Gattungen sind Saprophyten; ob ihr Mycel bereits die lebenden Äste befällt, wissen wir allerdings nicht. Bei der Gattung *Thelephora* Ehrh. treffen wir in *T. laciniata* Pers. nicht einen eigentlichen Parasiten, sondern einen Schädling anderer Art. Die Fruchtkörper dieses Pilzes sind nämlich von weich-lederiger Beschaffenheit und inkrustieren oft große Strecken vom Erdboden oder von Pflanzenteilen. Von dem krustigen Lager heben sich die dachziegelig gestellten, braunen Fruchtkörper ab, die ungestielt ansitzen und auf der Unter-

---

[1]) L. Zehntner in Allgemeen Proefstat. te Salatiga. Bull. 2 u. 3, 1905; T. Petch in Circ. and Agric. Journ. Roy Bot. Gardens Ceylon IV, 1909 n. 21; A. Rant in Dep. de l'Agric. et du commerce aux Indes Néerland., Buitenzorg 2 ser. 1912 n. 4.

[2]) J. B. Rorer in Bull. Dep. Agric. Trinidad and Tobago XV, 1916, S. 86.

[3]) Vgl. Brick in Stat. f. Pflanzenschutz in Hamburg X, 223; Beihefte zum Tropenpflanzer n. 1, 1907; T. Petch in Circ. and Agric. Journ. of the Royal Botan. Garden V, 1910.

seite ein graubraunes, stumpf-warziges Hymenium tragen. Wenn dieser Pilz in einen Pflanzgarten im Walde gerät, so überzieht er häufig ganze Beete mit jungen Pflänzchen und tötet sie durch Erstickung in kürzester Frist ab. Als einen Schädling derselben Art hat A. Kutín die *T. terrestris* Ehrh. erkannt. Als wirklichen Parasiten hat dagegen H. v. Schrenk[1]) die *T. galactina* Fries erwiesen. Dieser Pilz kommt gewöhnlich auf Erde in Nordamerika vor, geht aber zuweilen auf die Wurzeln von Apfelbäumen über und erzeugt die „Rootrot-" Krankheit. Es wurden junge Apfelbäume mit dem Pilze von Eichenwurzeln infiziert. Bereits nach einem Jahre starben sie ab.

Aus der Familie der Clavariaceae wäre nur die Gattung *Typhula* Fr. zu erwähnen, von der die meisten Arten ein Sclerotium bilden, aus dem der langgestielte Fruchtkörper hervorwächst. Wir treffen die Arten *T. graminum* Karst. auf Weizen, Hafer und Wintergerste im April meist in Sklerotien, aus denen die Fruchtkörper hervorwachsen. Ganz besonders scheint sie in Dänemark und Schweden vorzukommen. Ebenso kommen *T. betae* Rostr. auf Runkelrüben und Zuckerrüben namentlich im Winterlager vor, desgleichen *T. gyrans* (Batsch) Fr. auf Kohlrüben und Turnips in Dänemark. *T. variabilis* Rieß kommt namentlich in Italien ein, wo sie auf Zuckerrüben, Runkelrüben und Spargel die Sklerotien hervorbringt. Brizi[2]) hat die Krankheit auf Zuckerrüben untersucht und die Sklerostien zum Auskeimen gebracht.

Auch in der Familie der Hydnaceae finden sich nur vereinzelte parasitische Formen. Am bekanntesten ist aus der Gattung *Hydnum* L. der Apfelbaumschädling *H. Schiedermayri* Heufl[3]). Die Fruchtkörper bilden große, unförmliche Massen, die oft über 50 cm im Durchmesser haben und über 10 cm dick werden. Sie brechen teils aus der Rinde hervor oder bilden auf faulenden Stellen höckrig-knollige Konglomerate oder füllen endlich die Höhlungen aus, die durch Ausfaulen der Zweige entstanden sind. Anfangs besitzen die Fruchtkörper innen und außen eine schwefelgelbe Farbe, die mit zunehmendem Alter ins Hellbräunliche übergeht. Die höckrige und grubige Oberfläche ist dicht mit gelben, weichen, hängenden Stacheln bedeckt, auf denen das Hymenium sitzt. Durch das Mycel wird dem Holze des infizierten Apfelbaumes eine grüngelbe Färbung verliehen; schließlich wird es so mürbe, daß es sich leicht zwischen den Fingern zerreiben läßt. Ebenso wie die Fruchtkörper, so riecht auch das infizierte Holz nach Anis. Daß der Pilz den Apfelbäumen sehr schädlich werden kann, unterliegt wohl nach den Beobachtungen Schroeters und v. Thümens kaum einem Zweifel; genauere Angaben über die Infektion der Bäume und über die Verbreitung der Krankheit fehlen noch gänzlich. Der Pilz findet sich hauptsächlich in den Alpenländern, geht aber auch noch nördlicher nach Schlesien, Thüringen usw. *H. diversidens* Fries wird den Eichen und Buchen gefährlich. Nach R. Hartig[4]) ist der Pilz ein Wundparasit.

Auf die Gefährlichkeit von *Irpex fusco-violaceus* (Schrad.) Fries weist N. Shiljakow[5]) hin, indem er nachweist, daß der Pilz an Wund-

[1]) Botan. Gazette XXXIV, 1902, S. 65.
[2]) Rendic. R. Accad. dei Lincei XV, 2, Roma 1906, S. 749.
[3]) Vgl. v. Thümen in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, 132.
[4]) Zersetzungserscheinungen usw. S. 124.
[5]) Scripta bot. Hort. Petrop. III, 1890, S. 84.

stellen in den Stamm der Kiefern eindringt und hier in charakteristischer Weise das Holz ockergelb mit weißen Flecken färbt. Obwohl die Art in Deutschland überall gemein ist, wurde bisher eine Bestätigung dieser Resultate des russischen Autors nicht gegeben, so daß bis auf weiteres alle daraus zu ziehenden Schlüsse noch zweifelhaft sind. Viel gefährlicher ist ein Wundparasit von Tee, *J. destruens* Petch, welcher die Zweige der Pflanze abtötet. Das Holz der zerstörten Zweige färbt sich gelb.

Von größerer Wichtigkeit für die Phytopathologie zeigt sich die Familie der Polyporaceae oder Löcherpilze. Die höchsten Formen, welche durch die Boletus-Arten repräsentiert werden, besitzen auf der Unterseite des Hutes Röhren, welche unter sich und vom Hutfleisch trennbar sind. *Polyporus* und die nächstverwandten Gattungen dagegen besitzen Poren, welche voneinander nicht getrennt werden können. Die niedrigste Stufe stellt die Gruppe der Meruliеae dar, die in dem bekannten Hausschwamm, *Merulius lacrymans* (Wulf.) Schum., ihren weitverbreiteten und gefürchteten Vertreter besitzt. Es ist hier nicht der Ort, ausführlich auf diesen überall vorkommenden Zerstörer des Kiefernholzes in unseren Wohnhäusern einzugehen. Während man früher annahm, daß der „Schwamm" eine echte Kulturpflanze sei und außerhalb der menschlichen Wohnstätten sich nicht mehr fände, ergaben genauere Nachforschungen der letzten Jahrzehnte, daß der Merulius bereits im Walde an Kiefernstümpfen und abgeschlagenem Kiefernholz nicht selten ist, wenn auch nicht immer die Bedingungen zu seiner Fruktifikation vorhanden sind. Es bleibt allerdings höchst unwahrscheinlich, daß das Mycel lebendes Holz angreift; dafür ist bisher kein Beweis erbracht, so daß der Hausschwamm den Parasiten nicht zuzurechnen ist. Die von O. Appel[1]) mit dieser Fragestellung unternommenen Versuche ergaben keine Entscheidung.

Zur Übersicht über die wichtigeren Gattungen der Polyporeae diene die folgende Tabelle:

A. Hymenium auf lamellenartigen Adern stehend — Favolus
B. Hymenium nicht Röhren, sondern labyrinthartige Gänge umkleidend:
  a) Gänge mehr langgestreckt, lamellenartig — Lenzites
  b) Gänge mehr labyrinthartig — Daedalea
C. Hymenium das Innere von Röhren auskleidend:
  a) Substanz zwischen den Röhren von der des Hutes verschieden:
    1. Fruchtkörper umgewendet aufgewachsen — Poria
    2. Fruchtkörper halbiert oder hutförmig, sitzend oder gestielt:
      I. Fruchtkörper von Anfang an mehr oder weniger holzig — Fomes
      II. Fruchtkörper anfangs fleischig, dann hart werdend — Polyporus
      III. Fruchtkörper häutig, lederig oder wergartig — Polystictus
  b) Substanz zwischen den Röhren der des Hutes gleich — Trametes.

[1]) Arb. a. d. Kais. Biol. Anst. usw. V, 1906, S. 204.

In Südeuropa tritt an Obstbäumen häufig *Favolus europaeus* Fries auf. Die Hüte sind weißlich, dünn, zähfleischig und fast rund. Der kurze Stiel sitzt seitlich am Hut; die Hutunterseite wird von niedrigen lamellenartigen Leisten, die anastomosieren, netzförmig gefeldert. Auf den Felderungen sitzt das Hymenium. Der nördlichste Punkt, wo er noch schädigend auftritt, dürfte die Schweiz sein. H. Müller-Thurgau[1]) hat den Schädling auf Nußbäumen beobachtet, wo er zuerst in den höheren Partien auftrat und dann allmählich die dickeren Äste und den Stamm zum Absterben brachte. Die Infektion erfolgt an zufälligen Astwunden, die häufig beim Pflücken der Früchte beigebracht werden, und läßt sich daher am leichtesten durch sorgfältige Behandlung der Bäume vermeiden.

Die beiden Gattungen *Lenzites* Fr. und *Daedalea* Pers. unterscheiden sich hauptsächlich durch das Hymenium. Während bei ersterer Gattung Lamellen, die spärlich anastomosieren, vorhanden sind, besitzt die letztere gewundene, unregelmäßig gestaltete Gänge. Die Arten kommen alle auf abgestorbenem Holz vor, doch steht fast mit Sicherheit zu vermuten, daß das Mycel sich entweder unmittelbar oder mittelbar an der Abtötung des Holzes beteiligt. Genauere Untersuchungen darüber stehen noch aus. Überall verbreitet ist *L. sepiaria* (Wulf.) Fr. auf Kiefern, *L. abietina* (Bull.) Fr. auf Tannen und Fichten; beide kommen häufig auch an bearbeitetem Holz vor. Von *Daedalea* ist die häufigste Art *D. quercina* (L.) Pers., die mit ihren korkigen Fruchtkörpern an Eichen- und Buchenstämmen ansitzt. *D. unicolor* (Bull.) Fr. auf Hain- und Rotbuche, Eichen kommt meist nur auf *Acer rubrum*[2]) im botanischen Garten zu Florenz vor.

Die echten Löcherpilze hat man früher in der einen Gattung Polyporus vereinigt, die neuere Systematik hat von dieser ungeheuer großen Gattung viele kleinere abgetrennt, deren kurze Charakteristik bereits in der Übersichtstabelle teilweise gegeben wurde. Alle die hier zu besprechenden Pilze sind Holzzerstörer; sie dringen als Wundparasiten in den lebenden Baum ein und zersetzen die Holzsubstanz durch ausgeschiedene Fermente[3]).

Die Gattung *Poria* Pers. besitzt sogenannte umgewendete Fruchtkörper, d. h. eine flache Schicht, die das Holzstück überzieht, und auf der die Poren sitzen. Der bekannteste Vertreter ist *P. vaporaria* Fr., die mit ihren krustenförmigen, weißen Lagern an Brettern und an Rinde von Coniferen oft weite Strecken überzieht. Das Mycel macht das Holz rotfaul und mürbe; auf der Oberfläche kann sich das weiße Mycel schleier- oder strangförmig fächerartig ausbreiten. So findet man ihn besonders häufig auf Bauholz und auf Balken in Häusern, indem er, ähnlich dem Hausschwamm, schnelle Holzstörungen verursacht. Über die Infektion der lebenden Stämme wissen wir nichts Sicheres. *P. laevigata* Fries besitzt dunkelbraune Krusten, die an Birken auftreten. Das Mycel durchwuchert hauptsächlich das Holzparenchym und trennt dadurch die einzelnen Jahresringe als Hohlzylinder voneinander ab. Nach R. Mayr ist der Pilz ein gefährlicher Parasit. *P. subacida* Peck ist nach v. Schrenk ein Schädling nordamerikanischer Kiefern.

---

[1]) Jahresber. d. Deutsch-schweiz. Versuchsstat. Wädensweil XI, 1902.
[2]) Baccarini in Bull. Soc. Ital., 1911, S. 100.
[3]) Vgl. E. Bourquelot in Bull. Soc. Myc. de France, 1894, S. 50; F. Czapek in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1899, S. 166.

Die Krankheit „wet feet“ tritt an den kranken Wurzeln der malaiischen Gummibäume in Form weißer Pilzgeflechte auf und ist von *P. hypolateritia* Berk.[1]) verursacht. Fortpflanzungsorgane werden selten erzeugt, und in Holz bilden sich braune Streifen. Durch die Berührung mit kranken Wurzeln verbreitet sich der Pilz weiter.

Die Gattungen *Fomes* Fries, *Polyporus* Mich. und *Polystictus* Fries unterscheiden sich durch die Konsistenz der Fruchtkörpersubstanz voneinander. *Fomes* hat von vornherein holzige Hüte, während bei *Polyporus* zuerst das Hutfleisch eine weichere fleichartige und erst später eine harte Beschaffenheit besitzt. *Polystictus* endlich besitzt niemals holzige Hüte, sondern wergartig weiche oder lederige. Bei diesen Gattungen finden sich verschieden geformte Hüte, und man unterscheidet danach Sektionen. Entweder bilden die Hüte wie bei Poria ausgegossene Krusten, die sich am Rande abheben, oder sie bilden einzelne bis in großer Zahl übereinander stehende Konsolen, die teils ganz ungestielt, teils mit kurzem Stiel ansitzen können. Endlich kommen auch deutliche Stiele vor, die entweder seitlich oder zentral dem Hute angesetzt sind.

Zu der Gattung *Fomes* gehören die bekannten Zunder- oder Feuerschwämme. Der echte Zunderschwamm, *F. fomentarius* (L.) Fries, findet sich hauptsächlich an alten Baumstämmen und bildet seine umgekehrt konsolenförmigen, anfangs bräunlichen und feinfilzigen, später grauen und glatten Fruchtkörper oft in großer Zahl an den befallenen Stämmen aus. Die Hutoberfläche ist konzentrisch gezont, die Poren sind graubraun. Im Innern des Hutes befindet sich ein homogenes, zunderartiges Gewebe. Das Mycel sitzt im Innern des Stammes und macht das Holz weißfaul. Bei der fortgeschrittenen Forstwirtschaft läßt man die vom Zunderschwamm befallenen Bäume nicht mehr stehen, sondern beseitigt sie möglichst bald, um Ansteckungen zu vermeiden. Infolgedessen ist der Zunderschwamm bei uns seltener geworden, und es wäre heute wohl kaum mehr möglich, den Bedarf an Zunder, Mützen und anderen Sachen, der in früheren Jahren sehr lebhaft war, zu decken. An Eichen, Weiden, Apfelbäumen u. a. tritt der falsche Feuerschwamm, *F. igniarius* (L.) Fries[2]) auf, der äußerlich dem *F. fomentarius* gleicht, aber eine sehr harte Außenrinde und viel härteres Innengewebe besitzt. Das Holz wird weißfaul, indem es sich zuerst dunkel, danach gelbweiß färbt und weich wird. Die Fruchtkörper werden häufig zu Konsolen, Bilderrahmen u. a. verarbeitet. Über die Infektion der Nährbäume durch diese Pilze ist nichts bekannt; wahrscheinlich sind sie, ebenso wie die meisten der später zu besprechenden, ursprünglich Wundparasiten, die erst von abgestorbenen Stellen aus das lebende Gewebe angreifen.

Besonders gefürchtet ist der Kiefernwurzelschwamm *F. annosus* Fries (*Trametes radiciperda* R. Hart., *Heterobasidion annosum* Bref.)[3]). Die dünnen Fruchtkörper haben verschiedenartige Gestalt, je nachdem sie oberirdisch an den Stämmen oder fast unterirdisch an den Wurzeln sitzen. Meist zeigen sie halbkreisförmige Gestalt; die Oberfläche ist kastanienbraun, runzlig und gezont, die sehr feine Poren tragende Unterseite weiß bis hellgelblich. Das Innengewebe ist ziemlich

---

[1]) W. N. C. Belgrave in Agric. Bull. Fed. Malay. Stats. IV, 1916, S. 347.
[2]) Vgl. Münch in Zeitschr. f. Forst- und Landwirtsch. XIII, 1915, S. 510.
[3]) Vgl. Neger in Zeitschr. f. Forst- und Landwirtsch. XV, 1917, S. 52.

holzig und weiß. Die eiförmigen Sporen keimen in Nährlösungen leicht und erzeugen Konidienträger, welche den Basidien außerordentlich ähnlich sehen. Das Mycel macht das Holz rotfaul. Zuerst treten radiale, dunkellila gefärbte Streifen im Holze auf, später erfolgt eine Bräunung, und es erscheinen die Mycelknäule als schwarze, isolierte Flecken. Durch Auflösung der instruktierenden Substanzen des Holzes werden diese schwarzen Punkte mit einem weißen Hof umgeben. Die Lösung der Holzsubstanz erfolgt vom Zellumen aus, erst zuletzt schwindet auch die Mittellamelle. Der Pilz findet sich an allen Nadelhölzern, besonders Kiefern und Fichten, aber auch an Laubhölzern. Der Schaden, den er alljährlich in den Beständen stiftet, ist ein sehr bedeutender, so daß von seiten der Forstleute alles aufgeboten worden ist, um des gefährlichen Feindes Herr zu werden. Der Parasit findet sich in einzelnen im Walde zerstreuten Herden und verbreitet sich von da aus weiter. Man hat nun empfohlen, diese Herde durch Gräben zu isolieren und die erkrankten Stämme an Ort und Stelle durch Feuer zu vernichten. Diese Maßregel beruht auf der Annahme, die Hartig machte, daß die Verbreitung des Mycels durch den Boden von Wurzel zu Wurzel erfolge. Nach den Erfahrungen, die Brefeld und Möller gemacht haben, scheint aber diese Art der Verbreitung nicht besonders häufig zu sein, sondern die Basidiensporen (vielleicht auch die Konidien) tragen mehr zur Verbreitung des Schädlings bei. Es wäre, wenn die letztere Annahme richig ist, dann vielmehr die Vernichtung der Hüte anzustreben. Sehr häufig sitzen die Fruchtkörper am Wurzelhals des Stammes, oft noch in Moos verborgen, sind also nicht ohne weiteres zu sehen. Wie drs Eindringen des Mycels erfolgt, darüber ist bisher nichts bekannt geworden; vor allen Dingen müssen die Gewebe, in denen er wächst, sehr luftreich sein.

Von anderen Arten der Gattungen nenne ich noch folgende. *F. fulvus* Fries[1]) befällt außer wildwachsende Laubbäume auch die Zwetschenbäume. Eine Varietät *oleae* Scop. dieser Art findet sich an Olivenbäumen in Oberitalien und Spanien und gibt Veranlassung dazu, daß die Stämme durch Ausfaulen des Holzes zweibeinig werden. *F. Hartigii* Allesch. erzeugt eine Weißfäule bei Tannen und Fichten. *F. pinicola* Fries findet sich besonders an Kiefernstämmen. *F. ribis* (Schum.) schädigt in sehr ausgedehntem Maße die *Ribes*-Stämme; seine rostbraunen, dachziegelig übereinanderstehenden, innen braungelben Hüte bildet er am Grunde alter Ribesstämme aus. *F. ulmarius* Fries soll nach einer Beobachtung Plowrights den Ulmen besonders schädlich werden. *F. applanatus* (Pers.) Wallr. kommt vielfach an Laubbäumen, z. B. *Fagus* und *Carpinus* vor. Alle diese Arten und noch manche andere mögen unter Umständen Schaden stiften können; näheres über die Art ihres Parasitismus und ihrer Entwicklung wissen wir noch nicht. *F. nigricans* Fries ist ein gefährlicher Schädling der Birken, wie Lindroth[2]) nachgewiesen hat. Auf *Juniperus virginiana* erzeugt nach v. Schrenk *F. carneus* Nees eine gefährliche Rotfäule, während *F. juniperinus* (v. Schr.) Sacc. et Syd. der Urheber einer Weißfäule wird. Beide Pilze werden erst verderblich, wenn sie bis an das Kernholz gelangen, was ihnen durch Benutzung von Käfergängen möglich wird. Es muß deshalb in erster Linie die Bekämpfung der Käfer er-

[1]) Vgl. Vanselow in Zeitschr. f. Forst- und Landwirtsch. II, 1904, S. 216.
[2]) Zeitschr. f. Forst- und Landwirtsch. II, 1904, S. 393.

folgen. *F. semitostus* Berk.[1]) erweist sich für Heveapflanzungen in Indien und im malaiischen Archipel als ein gefährlicher Feind. Er entwickelt sich auf Pflanzungen, indem er die Wurzeln mit einem Geflecht reicher Stränge überzieht, die ins Innere dringen und sie weich und brüchig machen. Fruchtkörper findet man nicht an diesem Mycel, dagegen entwickeln sie sich im Laboratorium. Die Kokospalme wird von *F. lucidus* (Leyss.) Fr.[2]) angegriffen und stirbt nach kurzer Zeit ab. Der Pilz ist auf Ceylon verbreitet.

Als einen der bekanntesten Vertreter der Gattung *Polyporus* Mich. möchte ich *P. caudicinus* (Schaeff.) Schroet. (*P. sulphureus* Fries) erwähnen. Die Fruchtkörper, die häufig in vielen Exemplaren zu unförmlichen Massen verwachsen, sitzen ohne Stiel an und haben zuerst ein weich-fleischiges Gefüge, erhärten aber später. Das Fleisch ist weiß, die Oberfläche hellgelb bis orangefarben; die Poren haben hellgelbe Mündungen. Das Mycel erzeugt eine Rotfäule und befällt sehr viele Laubbäume, so Pappeln, Eichen, Erlen, Weiden, Obstbäume usw., verschmäht aber auch die Nadelhölzer nicht. Der Pilz ist sehr schädlich, und die von ihm befallenen Bäume sterben schnell ab; über die Art der Infektion ist ebensowenig etwas bekannt wie bei den folgenden Arten. *P. pseudoigniarius* Bull. (*P. dryadeus* Fries) besitzt ziemlich große, braune Fruchtkörper, die anfangs fleischig, später korkig sind und sehr lange, mit rostfarbenen Mündungen versehene Röhren besitzen. Die Art erzeugt an Eichen Wurzelfäule und tritt viel seltener als die vorige auf. Eine sehr häufige Erscheinung in der ganzen nördlichen gemäßigten Zone ist *P. betulinus* (Bull.) Fries[3]), dessen hufförmige Konsolen auf der Oberfläche bräunlich, auf der Unterseite rein weiß sind. Das anfangs weiche Fleisch wird später korkig, unter Beibehaltung seiner weißen Farbe. Charakteristisch ist die Ablösbarkeit der Rinde und der Porenschicht. Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Birkenschwamm ein gefährlicher Parasit der Birken ist; sobald sich an einem Stamme die Fruchtkörper zeigen, geht er in kurzer Zeit zugrunde. Die Verbreitung des Mycels erfolgt in vertikaler Richtung und geht in der Rinde wie im Holz vor sich. *P. squamosus* (Huds.) Fries[4]) findet sich an Laubhölzern häufig und greift auch Nußbäume und Zierbäume an. Der große, halbkreis- oder nierenförmige Hut ist auf der gelblichen Oberfläche mit braunen, flachen, konzentrischen Schuppen bedeckt, während die Poren gelbliche Farbe besitzen und in der Nähe des kurzen Stieles weit herablaufen. Das Holz wird durch den Pilz weißfaul gemacht. Auf Kiefern und Weymouthskiefern findet sich *P. sistotremoides* Alb. et Schw. (*P. Schweinitzii* Fries) mit großen, schwammig-korkigen, dachziegelig übereinander stehenden, zuletzt kastanienbraunen Hüten. Die Poren sind gelbgrünlich, werden aber später rostbraun. Das Holz nimmt unter dem Einfluß des Mycels eine braunrote Färbung an und wird zuletzt so mürbe, daß es sich zwischen den Fingern zerreiben läßt. An allerlei Laubbäumen kommt *P. hispidus* (Bull.) Fries vor. Die Hüte sind dick polsterförmig, ober-

---

[1]) Petch, Die Pilze von Hevea brasiliensis in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XVIII, 1908, S. 85.

[2]) Petch in Circ. and Agric. Journ. Royal Bot. Gard. Ceylon IV, 1910.

[3]) J. Lindroth in Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. II, 1904, S. 593; hierin auch die Anatomie von anderen Polyporus-Arten.

[4]) A. H. R. Buller in Journ. of Econom. Biology 1906, vol. c pt. 3 und Annals of Bot. XX, 1906.

seits rauh, braun, im Innern fleischig-schwammig, ebenfalls braun. Das Hymenium ist braun mit kleinen rundlichen Poren. Der Pilz findet sich besonders häufig an Apfelbäumen und scheint an Frostrissen seine Eingangspforte zu finden. In Südfrankreich und Norditalien wird er auch den Maulbeerbäumen gefährlich. *P. borealis* (Wahlenb.) Fries kommt an Nadelhölzern, hauptsächlich an Fichten vor und bildet zahlreich beisammen stehende, konsolenförmige, weiße, fleischige Fruchtkörper. Die Zersetzung des Holzes geht in sehr charakteristischer Weise vor sich, indem es durch zahlreiche feine Risse, die mit weißem Mycel erfüllt sind, in lauter kleine Würfel zerlegt wird. *P. ponderosus* v. Schrenk zerstört in Nordamerika ganze Bestände von *Pinus ponderosa*, indem er eine Rotfäule des Holzes erzeugt. Außer den genannten Arten werden sich gewiß noch viele andere als Parasiten nachweisen lassen; da sie aber hauptsächlich im Walde an Beständen forstlich wichtiger Bäume auftreten, so interessieren sie uns für die Zwecke unseres Handbuches weniger. *P. dryophilus* Berk.[1]) kommt in Nordamerika auf Eichen und Pappeln vor und erzeugt hier eine Kernfäule. Es haben H. von Schrenk und P. Spaulding[2]) in einer großen Arbeit über die Krankheiten der Waldbäume verschiedene *Polyporus*-Arten neben Vertretern anderer Gattungen untersucht und näher erörtert. Man sehe diese Arbeit ein, wenn man sich über die Krankheiten der Waldbäume Nordamerikas unterrichten will.

Von der Gattung *Polystictus* Fries möchte ich *P. versicolor* (L.) Fries und *P. velutinus* (Pers.) Fries erwähnen, die beide an alten Stümpfen gemein sind. Wie weit sie sich etwa schon im lebenden Holz befinden, steht noch nicht fest. *P. radiatus* (Sow.) Fr. kommt in Dänemark vor und erzeugt eine Weißfäule bei Rotbuchen.

Ein Hexenring von *Boletus scaber* Fr. tötete im Umfange von einem Meter in einem Garten in Norwegen die Pflanzen von Rhabarber und Erdbeere sowie einen Stachelbeerstrauch und einen Apfelbaum ab. Es erscheint klar, daß das Mycel dieser Hexenringe von Boletus sowie anderer Agaricinen das im Wege stehende Wurzelwerk und damit auch die Pflanzen abtötet.

Wir kommen nun zur Gattung *Trametes* Fries, von der hauptsächlich die Art *T. pini* (Brot.) Fries zu erwähnen ist. Der Unterschied der Gattung gegenüber *Polyporus* ist nur sehr geringfügig, da es durchaus nicht immer offensichtig ist, daß die unveränderte Hutsubstanz zwischen die Poren hinabgeht. Spätere Forschungen werden deshalb vielleicht eine andere Abgrenzung ergeben. Der genannte Kiefernbaumschwamm fügt den Kiefern einen ungeheuren Schaden alljährlich zu und gehört deshalb zu den gefürchtetsten Feinden unserer Forstkultur. Die von ihm erzeugte Holzzersetzung wird als Ring-, Kern- oder Rotfäule bezeichnet. Die Hüte sind meist konsolenförmig, besitzen ein festes, holzig-korkiges, gelbbraunes Innere. Die konzentrisch gezonte Oberfläche ist dunkelbraun, rauh-zottig und wird später fast schwarz und rissig; die Mündungen der Poren sind gelb, später ockerbraun. Meistens kommen die Fruchtkörper an der Ansatzstelle von abgebrochenen Ästen zum Vorschein und können viele Jahre perennieren, indem sie ständig ihren Durchmesser vergrößern. Bereits

---

[1]) G. G. Hedgcock und W. H. Long in Journ. of Agric. Research. III, 1914, S. 65.

[2]) U. S. Departm. of Agr. Bur. of Plant Industry. Bull. 149, 1912.

R. Hartig hat die Lebensgeschichte des Pilzes eingehend studiert, und neuerdings sind diese Untersuchungen durch A. Möller[1]) erweitert und vervollständigt worden. Daraus ergibt sich, daß die Verbreitung hauptsächlich durch Sporen erfolgt, welche an Stamm- oder Astwunden Gelegenheit zur Keimung erhalten. Von solchen Stellen aus wuchert das Mycel im gesunden Holz weiter, indem es sich vertikal besonders in den einzelnen Jahresringen ausbreitet. Dadurch entstehen im Holze braune Längsstreifen und peripherische Ringzonen. Daß die Sporen und nicht etwa ein im Boden lebendes Mycel die Ursache der Ansteckung sind, folgt daraus, daß die Verbreitung des Mycels niemals von unten her erfolgt, sondern stets von einer gewissen Höhe des Stammes nach oben und nach unten. Ferner finden sich die Infektionsstellen stets in der Richtung des herrschenden Windes, bei uns in Deutschland also der westlichen Winde. Infolgedessen entstehen auch, da das Mycel selten um den ganzen Holzring herumgreift, die Fruchtkörper in weitaus den meisten Fällen an der Westseite der Bäume. Konidienträger kommen nicht vor. Aus diesen kurzen Andeutungen läßt sich mit Sicherheit abnehmen, welche Bekämpfungsmaßregeln zu befolgen sind. Es erscheint notwendig, die Fruchtkörper abzuschlagen und zu vernichten. Die entstandenen Wunden sind mit Raupenleim zu bestreichen, damit keine neuen Hüte hervorwachsen. Ältere Bäume, die natürlich dem Absterben infolge des Angriffes des Pilzes am leichtesten anheimfallen, sind zu fällen. Natürlich können diese durchgreifenden Vernichtungsmaßregeln nur dann auf Erfolg rechnen, wenn alle Forstbeamten eines großen Landgebietes in der gleichen Weise vorgehen. Außer an der Kiefer ist der Schädling auch an anderen Koniferen beobachtet worden, doch scheint er an ihnen weniger Schaden zu stiften. Für das Zustandekommen der Infektion kommt nur das Vorhandensein einer Wunde in Betracht, nicht aber eine Disposition der Bäume, etwa infolge schlechter Bodenverhältnisse. Die Impfversuche, die von den beiden obengenannten Autoren angestellt wurden, ergaben fast stets, daß von dem in das gesunde Holz eingesetzten rotfaulen Holzstück eine Weiterverbreitung des Mycels auf das lebende Gewebe erfolgt war.

Zu erwähnen wäre von der Untergruppe der Fistulineae die Gattung ***Fistulina*** Bull. mit der Art ***F. hepatica*** (Schaeff.) Fries, dem Leberschwamm. Dieser Pilz bildet oft sehr große, zungenförmige, dicke Fruchtkörper, die hinten stielartig zusammengezogen und außen braunrot und mit Haaren bedeckt sind. Innen zeigen die Hüte ein grobfaseriges, zähes, blutrotes und einen rötlichen Saft von sich gebender Gewebe. Man findet den Pilz hauptsächlich an Eichen. Obwohl bisher über die Schädlichkeit dieses Pilzes wenig bekannt ist, so scheint er doch in den Beständen älterer Eichen größere Verwüstungen anzurichten, als man bisher annahm. Es empfiehlt sich, auf den Pilz näher zu achten.

Die Familie der Agaricaceae, welche als die höchststehende der gymnocarpen Basidiomyceten betrachtet wird, zeichnet sich dadurch aus, daß das Hymenium auf blattartigen Lamellen (seltener anastomosierenden Leisten) auf der Unterseite des Hutes steht. Die meist

---

[1]) Über die Notwendigkeit und Möglichkeit wirksamer Bekämpfung des Kiefernbaumschwammes in Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1904, S. 677; vgl. v. Tubeuf in Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. IV, 1906, S. 96.

fleischigen Hüte zeigen fast stets einen zentralen Stiel, seltener sind sie lateral oder exzentrisch gestielt. Von den zahlreichen hierher gehörigen Formen interessieren uns nur wenige und meist solche, die an forstlich wichtigen Bäumen vorkommen. Über die Art des Parasitismus dieser Pilze existieren nur wenige Angaben, wahrscheinlich sind viele von ihnen Parasiten auf Baumwurzeln; ob sie lebendes Gewebe unmittelbar angreifen können, oder ob sie nur Wundparasiten sind, wissen wir, mit wenigen Ausnahmen, nicht. Von einer Aufzählung aller Unterfamilien sehe ich ab, sondern führe nur die hier in Betracht kommenden auf.

Die am tiefsten stehende Unterfamilie sind die Cantharelleae, die sich durch Adern und Leisten auf der Unterseite auszeichnen, welche unter sich durch Querfalten mehrfach verbunden sind. *Trogia faginea* (Schrad.) Schroet. sitzt mit seinen dünnen, häutigen, becherförmigen, kleinen Fruchtkörpern auf Birken, Haseln, Buchen und anderen Laubbäumen und soll ihnen Schaden zufügen[1]). Von den Paxilleae erwähne ich nur die bekannte Gattung *Paxillus* mit der besonders an Kiefernstümpfen vorkommenden Art *P. acheruntius* (Humb.) Schroet. Durch das gelbbraune Mycel wird das Holz an der Oberseite zerstört und erscheint oft von dem rosenrötlichen Luftmycel überzogen. Durch die längs der Schneide aufgespaltenen Lamellen zeichnet sich die Unterfamilie der Schizophylleae aus. Hierher gehört ein kosmopolitischer, überall sehr häufiger Pilz *Schizophyllum alneum* (L.) Schroet. Die an einem Punkte seitlich befestigten Fruchtkörper sind flach vorgestreckt und besitzen eine filzig-weiße Oberseite. Die Lamellen strahlen vom Anheftungspunkte aus und sind anfangs grau, später violettbraun und an der zerspaltenen Schneide weiß behaart. Bei der weiten Verbreitung des Pilzes wurde er bald als Schädling erkannt, namentlich an den Maulbeerbäumen in Südfrankreich und an den Orangenbäumen in Norditalien. F. Guéguen[2]) weist ihn als Holzschädling der eßbaren Kastanie nach. In Deutschland, wo Schizophyllum nur zerstreut auftritt, wurden bisher keine Schädigungen der befallenen Laub- oder Nadelhölzer wahrscheinlich gemacht. Die Marasmieae zeichnen sich durch den zähen, fast lederigen Hut aus, der bei Wassermangel vertrocknet, aber nachher seine Form wieder annehmen kann. *Lentinus squamosus* (Schaeff.) Schroet. (= *L. lepideus* Fr.) befällt besonders bearbeitetes Holz und findet sich auf Kiefernbalken in Gebäuden oder in Bergwerken recht häufig. Im Dunkeln erzeugt er nicht regelmäßig ausgebildete Hüte, sondern absonderliche stift- oder geweihartige Formen von oft ungewöhnlicher Länge. Das Holz wird schnell zerstört und bedeckt sich meist mit einem weißen häutig-lederigen Mycelüberzug. *L. conchatus* (Bull.) Schroet. kommt in rasigen Gruppen an Laubhölzern vor und kann besonders der Birke schädlich werden. Verbreitet ist auch *L.* (*Panus*) *stipticus* (Bull.) Schroet., der an Stümpfen aller möglichen Laubbäume nicht selten ist; bisher ist über seine Schädlichkeit nichts Sicheres bekannt geworden. Von der Gattung *Marasmius* Fries wäre *M. sacchari* Wakker[3]) zu er-

---

[1]) Über holzzerstörende Agaricinen vgl. besonders P. Hennings in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIII, 1903, S. 198 u. Hedwigia XLII, 1903, S. 178 (u. 223); E. Rostrup, Plantepat. S. 390.

[2]) Le Schizophyllum commune in Bull. Soc. Myc. de France XVII, 1901, S. 283.

[3]) Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt. II, 1896, S. 44; Wakker en Went, De Ziekten van het Suikerriet, S. 49.

wähnen. Er erzeugt die Donkellankrankheit des Zuckerrohrs auf Java. Namentlich haben die Stecklinge in den Treibbeeten zu leiden; sie stellen plötzlich das Wachstum ein und lassen die Blätter von der Spitze aus vertrocknen. Die Enden der Stecklinge faulen, und im Innern zeigen sich mit Mycel erfüllte Höhlen; der in der Erde steckende Teil des Stecklings ist orangerot gefärbt. Besonders häufig ist er als Ursache der Wurzelkrankheit des Zuckerrohrs in Westindien und auf den Sandwichs-Inseln. Aus dem Mycel wurde der genannte *Marasmius* erzogen, der ein ziemlich kleiner, weißlicher, etwas behaarter Pilz ist mit einem etwa 15 mm breiten Hut und etwa doppelt so langem Stiel. In die älteren Pflanzen dringt er nur bei Verletzungen ein. Für die Bekämpfung ergibt sich, daß die Enden der Stecklinge geteert werden müssen, um dem Mycel das Eindringen zu verwehren. Aus einmal verseuchten Beeten dürfen natürlich keine Pflanzen für die Freilandkultur entnommen werden, desgleichen ist für die Sauberkeit der Kulturen zu sorgen und der Boden durch Kalk und Drainage zu verbessern. Auf den Sandwichs-Inseln ist außerdem noch *M. hawaiensis* Cobb als Ursache der Wurzelkrankheit zu finden. In Surinam ist auf Kakao die Krüllotenkrankheit *M. perniciosus* Stahel[1]) verbreitet. Er findet sich auf den Früchten und ist noch vor der Regenzeit mit Bordeauxbrühe zu spritzen. In der Trockenzeit ist die Pflanzung auszulichten und die kranken Teile zu entfernen und zu vernichten; während der Regenzeit müssen die kranken Teile vernichtet und noch einmal gespritzt werden.

Die Unterfamilie der Agariceae umfaßt die meisten Gattungen und Arten und zeichnet sich durch die fleischigen, faulenden Fruchtkörper und die weichen, spaltbaren Lamellen aus. Die Charakterisierung der Gattungen läßt bei den außerordentlich schwankenden Eigenschaften viel zu wünschen übrig; unsere heutige Einteilung kann nur als Notbehelf dienen und gründet sich besonders auf die Sporenfarbe und auf das Vorhandensein von Geweben, welche in der Jugend den Hut und den Stiel in bestimmter Weise einhüllen und im Alter als Schleier oder Ring noch sichtbar sind. Als Holzschädlinge werden zwar viele Arten angegeben, doch scheinen sie mit wenigen Ausnahmen nur gelegentlich lebendes Gewebe zu befallen. *Psilocybe spadicea* (Schaeff.) Fr. kommt an Wurzeln und Stümpfen verschiedener Laubbäume vor, findet sich aber auch in dichten Gruppen bisweilen an Wundstellen. Auf Roggen in der Provinz Posen fand Jungner[2]) die älteren Blätter mit einem schimmelähnlichen Mycel überzogen, das auch von da auf den Erdboden übergehen konnte. Am Rande der Blätter und der Blattscheiden wurden kleine Sklerotien ausgebildet, aus denen die *Psilocybe Henningsii* Jungn. erzogen werden konnte. Auch auf Weizen traten die Sklerotien gelegentlich auf. Auf den absterbenden Blättern fanden sich auch Konidien, von denen es zweifelhaft bleibt, ob sie zu dem Pilze gehören. Von der Gattung *Hypholoma* Fr. sind drei Arten sehr bekannt und verbreitet, die alle auf Stümpfen in dichten Gruppen anzutreffen sind: *H. appendiculatum* (Bull.) Karst., *H. fasciculare* (Huds.) Fr. und *H. lateritium* (Schaeff.) Schroet. In den meisten Fällen wachsen sie wohl als Saprophyten, indessen gibt E. Rostrup von *H. fasciculare* an, daß das

[1]) G. Stahel in Dep. van den Landbouw in Suriname Bull. 33, 1915.
[2]) Jungner in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVI, 1906, S. 131.

Mycel von der Wurzel in das Stammholz hinaufwächst und dort eine Weißfäule erzeugt. F. LUDWIG hat bei demselben Pilze beobachtet, daß er junge Kiefern zugrunde gerichtet hat. MC ALPINE hat ihn in Australien als Ursache einer Wurzelfäule der Himbeeren erkannt. Nähere Einzelheiten kennt man nicht. *Flammula alnicola* Fries wächst in dichten Rasen auf Laubholzstümpfen, gelegentlich aber auch auf Wurzeln; wahrscheinlich ist der Pilz Wurzelparasit. Von der Gattung *Pholiota* Fr. kommen sehr viele auf Stümpfen vor, eine ganze Anzahl ist wahrscheinlich den Bäumen sehr schädlich. *P. aurivella* (Batsch) Quél. kommt an Laubhölzern, bisweilen auch an Apfelbäumen vor. *P. spectabilis* Fries wächst auf Eichen und Erlen, selten auch an lebenden Stämmen dieser Bäume. *P. mutabilis* (Schaeff.) Quél., der Stockschwamm, ist an Waldbäumen sehr häufig; er wächst am liebsten auf Wurzeln, verschmäht aber auch die Stümpfe nicht. *P. squarrosa* (Müll.) Karst. ist ein häufiger Bewohner der Laubholzstümpfe; in der Schweiz schädigt er die Apfelbäume empfindlich. Das Mycel sitzt in den dickeren Wurzeln und am Grunde des Stammes, wodurch die Ausbildung der Krone sehr verzögert wird. Im Stamm wird eine Weißfäule des Holzes erzeugt. *P. adiposa* Fries soll namentlich an Weißtannen vorkommen und eine Fäule des Holzes verursachen, daß dadurch in einzelne Jahresabschnitte zerlegt wird. In der Regel scheint die Art aber nur Laubbäume zu befallen. Endlich wäre noch *P. destruens* Brond. zu nennen; er wird besonders den Pappeln gefährlich, indem das Mycel eine Weißfäule erzeugt. Außer bei *P. adiposa* sind die anatomischen Verhältnisse dieser Schädlinge sowie die Art ihrer Infektion noch nicht näher untersucht worden. *Pluteus cervinus* Schaeff. wächst an Stümpfen von Laub- und Nadelhölzern, kommt aber gelegentlich auch an lebenden Stämmen vor. *Volvaria bombycina* (Schaeff.) Quél. ist von HENNINGS mehrmals an lebenden Stämmen beobachtet worden. Bei der Gattung *Pleurotus* Fr. finden sich wieder mehrere Parasiten, so *P. ostreatus* Jacq., der auf sehr vielen Laubbäumen vorkommt und meist erst an den Stümpfen seine rasig gehäuften Fruchtkörper hervorbringt. Das Holz wird weißfaul, und die einzelnen Jahrringe werden durch die lederartigen Mycelhäute und -stränge getrennt. Ebenso verderblich ist *P. salignus* Schrad., hauptsächlich an Weiden, aber auch auf Pappeln, Maulbeerbäumen usw. vorkommend. *P. ulmarius* Bull. wächst gewöhnlich an Ulmen, aber auch *Negundo aceroides* und *Tilia americana*, an denen er oft in beträchtlicher Höhe seine Fruchtkörper entwickelt. Die befallenen Bäume gehen stets zugrunde. Auf andere Arten der Gattung ist hier nur zu verweisen. Ein sehr bekannter Pilz ist *Collybia velutipes* Curt., der schon vom zeitigen Frühjahr bis zum späten Herbst seine Rasen auf Stümpfen oder am Grunde lebender Laubholzstämme zur Ausbildung bringt. Vielleicht ist er ein Wurzelparasit; doch genügen die bisherigen Beobachtungen nicht, um darüber volle Klarheit zu erhalten. Dasselbe gilt von *Tricholoma rutilans* Schaeff., dessen Rasen besonders an Kiefernwurzeln und -stämmen auftreten. Von der Gattung *Armillaria* Fr. wäre in erster Linie *A. mucida* (Schrad.) Quél. zu erwähnen. Die glänzend weißen, schleimigen Hüte finden sich an Buchen oft in großen Mengen reihenweise an den Ästen. Bekannter ist der als Waldverwüster gefürchtete Hallimasch, *A. mellea* (Vahl) Quél. Bei der großen Wichtigkeit, die dieser Pilz für den Forstbau besitzt, seien über ihn einige ausführlichere Notizen gegeben.

Der Hallimasch besitzt honiggelbe, später gelbbraune Hüte, die anfangs gewölbt, später ausgebreitet sind und auf der Oberfläche haarig-zottige, zuerst gelbbraune, dann fast schwärzliche Schuppen tragen (Fig. 35). Das Fleisch wird zuletzt ziemlich zähe und ist weiß. Der Stiel ist voll, blaßrötlich, später olivenbraun, über der Mitte mit einem weißlichen, flockig-häutigen Ring. Die weißen Lamellen stehen weitläufig, laufen etwas herab und werden zuletzt rötlich oder bräunlich flockig. Die Hüte wachsen meist in dichtem Rasen in größerer Zahl zusammen, oft so, daß die unteren von den herabstäubenden Sporen der oberen dicht weißbestäubt erscheinen. Der Pilz ist eßbar, muß aber sehr jung verwendet werden, da die älteren Exemplare fast stets durch Insekten mehr oder weniger zerstört sind. Das Mycel des Pilzes bildet Rhizomorphen, die meist aus strang- oder bandartigen, einfachen oder verzweigten, braunen bis schwarzen Strängen bestehen. Häufig verschmelzen zuweilen in Holz und Rinde der Stämme die Stränge durch Anastomosen zu mehr oder weniger ausgedehnten Gewebeplatten (Fig. 36). Diese im Finstern leuchtenden Rhizomorphen finden sich nicht bloß im Gewebe, sondern auch im Erdboden zwischen Wurzeln, ferner freihängend in hohlen Stämmen oder in Bergwerken am Holzwerk. Sie verschmähen weder Laub- noch Nadelholz und sind auf Kirschen und anderen Nutzbäumen verbreitet. Die Stränge bestehen aus einem filzartigen inneren Markgewebe und einer äußeren festen Rinde; am Scheitel wächst der Strang mit einer Art von Spitzenwachstum weiter. Aus der Rinde sprossen, so lange sie noch jugendlich ist, feine Fäden aus, die ins Innere des Holzes hineingehen. Besonders wird das Holzparenchym ergriffen und bei den Nadelhölzern die an einem Harzkanal gelegenen Parenchymzellen. Dadurch wird das Harz im Kanal frei und sammelt sich zu großen Harzbeulen in der Rinde an, wohin das Harz durch die zerstörten Gewebe strömt. Im Cambium entstehen sehr zahlreiche, große und abnorm ausgebildete Harzkanäle, die dem Holzring des Jahres ein sehr merkwürdiges Aussehen verleihen. Aus den Parenchymzellen geht das Mycel in die Holzzellen über und veranlaßt eine Art Weißfäule. Das Mycel wächst in eigenartiger Weise weiter und löst die Zellwände, nachdem zuerst der Holzstoff herausgezogen ist, vollständig auf. Gewöhnlich beginnt die Infektion von einer Wurzel aus — ob an Wunden oder an unverletzten Stellen, darüber wissen wir wenig[1]) — und verbreitet sich bis zum Wurzelhals und von da aus auf den Stamm und die übrigen Wurzeln. Sobald letztere davon ergriffen sind, vertrocknen die Bäume, meist lange bevor, ehe das Mycel von dem Cambium her durch das Holz bis zum Splint vorgedrungen ist.



Fig. 35. *Armillaria mellea* (Vahl) Quél. Fruchtkörper an den Rhizomorphen *m* sitzend.
h Hut, *l* Lamellen, *r* Ring.

[1]) Vgl. dazu A. Cieslar in Centralbl. f. d. ges. Forstwes. 1896; G. Wagner in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IX, 80; R. Hartig in Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1901, Heft V.

Bei der außerordentlichen Häufigkeit des Hallimasch ist es nicht verwunderlich, wenn er alljährlich ungeheueren Schaden anrichtet, ohne daß es bisher möglich gewesen wäre, ein Bekämpfungsmittel zu finden. Bei der Eigenschaft des Pilzes, die Rhizomorphen in der Erde ohne Wurzeln lange lebend zu erhalten, ist die Gefahr, daß jung gepflanzte Bäume befallen werden, nicht zu vermeiden. Besonders heftig tritt die Erkrankung junger Kiefern ein, die auf Waldboden gepflanzt werden, der früher mit Laubholz bestanden war. Hier geht fast jedes Exemplar zugrunde und zeigt am Wurzelhals die eigentümlichen, wie Verdrehungen und Verbildungen aussehenden Deformationen, die infolge des Auftretens der oben erwähnten Harzbeulen entstehen. Da in der Ebene häufig der Laubwald durch Kiefern ersetzt wird, so läßt sich dieser Schaden kaum vermeiden. Bisweilen wird das Mycel mit dem Bauholz auch in die Gebäude verschleppt: es bildet dann seine Rhizomorphen aus und zerstört das Holz sehr schnell.



Fig. 36. *Armillaria mellea* (Vahl) Quél. Rhizomorphen am Holz.

Gasteromycetes.

Die hier im weitesten Sinne angenommene Abteilung der angiocarpen Basidiomyceten setzt sich aus sehr heterogenen Elementen von ganz verschiedener phylogenetischer Herkunft zusammen. Darauf habe ich um so weniger Veranlassung einzugehen, als mir von den zahlreichen hierher gehörigen Arten nur eine einzige Beobachtung über Parasitismus bekannt geworden ist. Ich möchte sicher annehmen, daß auch noch andere Formen unter Umständen parasitisch wachsen können, doch ist darüber vorläufig nichts bekannt. Ich will hier nur auf eine Beobachtung G. Istvanffys [1]) hinweisen, die die bekannte Gichtmorchel *Ithyphallus impudicus* (L.) Fr. als Parasiten der Reben in Ungarn erweist. Das strangartige Mycel dieses Pilzes legte sich den Rebenwurzeln an und drang auch in die Gewebe ein. Dadurch wird eine Art Chlorose der Blätter erzeugt, die durch braunes Eintrocknen der Ränder besonders charakterisiert ist. Da das Mycel auch auf die Reb-

[1]) Über das gemeinsame Vorkommen des Ithyphalluspilzes und der Coepophagus-Milbe in Ungarn in Mathem. és természett. éstes, XXI, S. 157, Ung. (vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIV, 300).

pfähle übergehen kann, so empfiehlt sich zur Bekämpfung die Vernichtung aller Fruchtkörper und die Imprägnierung der Rebpfähle mit antiseptischen Substanzen. Auf den Sandwichs-Inseln [1]) ist auf Zuckerrohr der Pilz allgemein verbreitet, allerdings kann er auf den Wurzeln nur durch Versuche im Laboratorium nachgewiesen werden.

E. Fungi imperfecti.

Von G. Lindau.

Die vorhergehenden Abschnitte hatten uns mit denjenigen Pilzen bekannt gemacht, bei denen eine sogenannte höhere, eine den Entwicklungsgang abschließende Fruchtform zur Ausbildung kam. Bei den Ascomyceten trafen wir den Ascus, bei den Basidiomyceten die Basidie als diese höchste Fruchtform an; daneben aber kommen bei diesen Pilzen, wie wir vielfach Gelegenheit hatten zu sehen, auch Nebenfruchtformen vor, die der Hauptfruchtform zeitlich vorausgehen. Hierhin gehören die Pykniden, Konidienträger, Konidienlager, Chlamydosporen, Oidien, Hefen, nicht aber Sporangien, welche bei Mycomyceten niemals als Nebenfruchtformen auftreten. Häufig trifft man in der Natur auf solche Nebenfruchtformen, ohne daß es möglich wäre, sie in den Entwicklungskreis eines höheren Pilzes einzureihen, nicht deswegen, als ob keine höheren Fruchtformen dazugehörten, sondern aus mangelnder Kenntnis des Entwicklungsganges. Diesen Zusammenhang aufzudecken, hat immer für eine hervorrageude Aufgabe der Mykologie gegolten, und seit den Zeiten Tulasnes haben sich alle Mykologen bemüht, durch Präparation oder Kultur die Fruchtformen der höheren Pilze klarzulegen. Bis heute sind aber diese Bemühungen nur von einem geringen Erfolge begleitet gewesen, wenn man die Menge der als zugehörig erkannten Nebenfruchtformen mit der vergleicht, welche noch als isoliert betrachtet werden muß. Ihre Zahl ist eine so große, daß für sie ein eigenes System erdacht werden mußte, um sie überblicken zu können. Fuckel hat für diese Pilze den Sammelnamen „Fungi imperfecti" geschaffen, womit er andeuten wollte, daß ihr Entwicklungskreis noch unvollendet resp. noch nicht näher bekannt sei. Diesen Namen möchte ich als bezeichnend beibehalten und lehne deshalb neuere Namen, wie Deuteromyceten, ab. In der Übersicht in Bd. I, S. 136, ist die Abteilung der Fungi imperfecti nicht ausdrücklich genannt, und ich möchte den gegenwärtigen Abschnitt als eine Art Anhang zum ganzen Pilzsystem, das in seiner Entwicklung mit den Basidiomyceten abschließt, auffassen.

Wie schon aus dem Gesagten hervorgeht, ist ein natürliches System der Fungi imperfecti nicht denkbar, da die Gruppe aus den heterogensten Elementen besteht und sogar in derselben Gattung Arten vorkommen können, die zu Formen verschiedener Ascomycetengattungen gehören können. J. Schroeter hat deshalb mit richtigem Takt vorgeschlagen, nur von Formgattungen zu sprechen. Dieser Vorschlag ist insofern sehr gut, weil damit von vornherein betont wird, daß die als Gattung zusammengefaßte Artengruppe keine phylogenetische Einheit, sondern nur ein Konglomerat von äußerlich ähnlichen Arten

[1]) N. A. Cobb, Fungus maladies of the sugar cane. Honolulu 1906 und Rep. of work of the Exp. Stat. of the Hawaiian Sugar Plant. Assoc. Bull. 6, 1909.

vorstellt. Dabei kann es natürlich vorkommen, daß ganze Reihen von Arten zu nahe verwandten Ascomyceten gehören und auf diese Art ihre nahe Verwandtschaft zeigen; ich erinnere nur an Monilia-Arten, die zu *Sclerotinia*, und an Fusicladium-Arten, die zu *Venturia* gehören. Viele Arten sicherer Zugehörigkeit sind denn auch schon in den vorhergehenden Betrachtungen ausführlich beschrieben und abgebildet worden.

Unter den Basidiomyceten sind bisher nur wenige Formen bekannt geworden, die Nebenfruchtformen erzeugen. Namentlich sind es Polyporeen, die wie *Polyporus annosus* Konidienträger oder wie viele andere Vertreter der Gattung Chlamydosporen besitzen. Im allgemeinen kann man wohl sagen, wenn man von diesen wenigen Ausnahmen absieht, daß die Hauptmasse der Fungi imperfecti zu Ascomyceten gehört.

Bei der systematischen Einteilung der ganzen Gruppe geht man davon aus, ob Konidienbehälter (Pykniden), Konidienlager oder nur einzelne Konidienträger in Betracht kommen. Danach unterscheidet man die drei Hauptabteilungen der Sphaeropsidales, Melanconiales und Hyphomyceten. Die Formausgestaltung ist bei jeder dieser Abteilungen so reichhaltig, daß zahlreiche Gattungen unterschieden werden müssen, deren Zahl sich bei genauerer Untersuchung von Tag zu Tag vermehrt. Für die Phytopathologie kommen sehr viele Arten in Betracht, ja man kann wohl sagen, daß die Fungi imperfecti die größte Zahl aller Pflanzenschädiger stellen. Häufig greift der Pilz gerade in seinen jüngeren Stadien die lebenden Gewebe an, während die Ascusform erst auf dem toten Gewebe in die Erscheinung zu treten pflegt. Schon aus diesem Grunde begreift man leicht die Schwierigkeit, eine parasitische Konidienform mit einer saprophytischen Ascusfrucht in Verbindung zu setzen. Man hat von der Ascospore ausgehend sehr häufig Konidienformen gezüchtet und damit als zugehörig erwiesen, der umgekehrte Weg indessen ist durch Kultur selten gangbar. Wir kennen für die meisten Konidienformen die Bedingungen nicht, unter denen sie zur Bildung der höheren Fruchtform schreiten.

Auf eine ganz vollständige Aufzählung der parasitischen Arten und auf eine ausführliche Behandlung aller in Betracht kommenden Literatur muß ich aus dem Grunde verzichten, weil eine solche Darstellung weit über den Rahmen des vorliegenden Handbuches hinausgehen müßte. Ich will deshalb nur versuchen, die wichtigsten Arten hervorzuheben, soweit es nicht schon in den früheren Abschnitten geschehen ist.

1. Sphaeropsidales.

Ich beginne mit denjenigen Formen, welche sich durch den Besitz von Pykniden auszeichnen. Nach der Form und nach der Öffnungsweise der Pykniden werden die folgenden Familien unterschieden:

A. Pykniden nach Art der Perithecien ungefähr kugelig, mit Porus sich öffnend
   a) Gehäuse der Pykniden schwarz, meist kohlig oder lederig . . . Sphaerioidaceae
   b) Gehäuse hellfarbig, fleischig oder wachsartig . . . Nectrioidaceae

B. Pykniden nicht kugelig
  a) Gehäuse etwa halbiert, schildförmig, ohne Mündung oder mit Öffnung oder durch Längsspalt aufreißend . . . Leptostromataceae
  b) Gehäuse schüssel- oder topfförmig, zuerst geschlossen, später weit geöffnet und eine Art Scheibe entblößend . . . Excipulaceae.

Sphaerioidaceae.

Bei der Einteilung dieser und aller folgenden Familien legt man am besten das von P. A. SACCARDO zuerst konsequent durchgeführte Sporenschema zugrunde, das die Sporenteilung und Sporenfarbe in erster Linie als Einteilungsprinzip hinstellt. Sind die Sporen ungeteilt, so erhalten wir die Abteilungen der Hyalosporae und Phaeosporae, je nachdem die Sporen hyalin oder dunkelfarbig sind; bei Zweizelligkeit hätten wir dann die Hyalodidymae und Phaeodidymae; bei drei und mehr Zellen Hyalophragmiae und Phaeophragmiae; bei mauerförmiger Sporenteilung Hyalodictyae und Phaeodictyae. Endlich werden noch die Scolecosporae mit lang wurmförmigen, die Helicosporae mit spiralig gerollten und die Staurosporae mit sternförmigen Sporen unterschieden. Nicht bei allen Familien sind alle Gruppen bekannt, sondern meistens sind nur einige davon vertreten.

Wir beginnen mit der wichtigen Gruppe der Hyalosporae mit einzelligen, farblosen Sporen. Unter diesen ist eine Gattungsgruppe besonders bemerkenswert, sowohl wegen der Häufigkeit ihres Vorkommens als auch wegen der großen Zahl von Parasiten. Das Mycel dieser Gattungen wuchert im Pflanzengewebe; die etwa kugeligen, schwarzen Pykniden entwickeln sich in lebendem oder in totem Gewebe. Die Pykniden entstehen im Innern des Gewebes und werfen erst beim Reifen die deckende Schicht ab. Die Unterschiede der drei Gattungen sind rein konventionell und mehr deshalb aufgestellt, um die Masse der Arten wenigstens etwas zerteilen zu können. Wenn diese geschilderten Pykniden auf Blättern vorkommen, so nennen wir sie *Phyllosticta*; wachsen sie auf anderen Pflanzenteilen, so heißen sie *Phoma*. Im allgemeinen sind die Sporen bei diesen Gattungen klein, gewöhnlich weit unter 15 μ lang; einige Arten aber haben riesige Sporen, die über 15 μ hinausgehen, solche nennt man *Macrophoma*. Die Sporen haben bei diesen Gattungen eiförmige oder etwas längliche Gestalt und sind ganz farblos, höchstens schwach grünlich gefärbt.

Phyllosticta Pers. bildet auf den befallenen Blättern meist verfärbte oder weiße Flecken, deren Berandung je nach der Art sehr verschieden ist. Die winzigen Pykniden fallen als kleine schwarze Pünktchen im Bereich des Fleckens ins Auge. Häufig bricht der trocken werdende Flecken aus, und die Blätter bekommen dadurch entstellende Löcher, welche namentlich Gartenpflanzen außerordentlich entwerten. Wahrscheinlich müssen hier auch viele Arten der alten Sammelgattung *Depazea* untergebracht werden, von der keine Sporen bekannt sind. Da die Schädigungen, welche von Phyllosticta-Arten hervorgebracht werden, sich nur auf die Blätter erstrecken und auch diese nur in den

wenigsten Fällen vollständig zerstört werden, so wird der angerichtete Schaden bei ausdauernden Pflanzen kaum allzu bedeutend werden, wohl aber bei einjährigen Kräutern. Von den zahlreichen Arten seien nur die folgenden aufgeführt: *P. maculiformis* (Pers.) Sacc. kommt namentlich auf den Blättern der Eßkastanie vor und erzeugt die Pykniden in kleinen, dicht zusammenstehenden Gruppen. Die Krankheit ist hauptsächlich in Oberitalien weit verbreitet und schädigt den Fruchtertrag. Der Pilz kommt auch auf anderen Fagaceen vor und soll zu *Mycosphaerella maculiformis* gehören. Auf Prunoideen kommen verschiedene Arten vor, welche die Blätter durchlöchern[1]), so *P. prunicola* Sacc. auf Kirsch- und Zwetschenbäumen, auch auf anderen Prunus-Arten sowie auf *Pirus*. Die von dem Pilze gebildeten Flecken sind klein, rundlich und tragen mehrere Pykniden, welche die Epidermis sternförmig aufreißen und ihre Sporen in Ranken austreten lassen. *P. persicae* Sacc. hat rundliche, blutrot umrandete und oft konzentrisch gezonte Flecken und kommt in Italien und Portugal auf Pfirsichblättern vor. *P. Beijerinckii* Vuill., auf den Flecken von *Coryneum Beijerinckii* an Kirschen, Pflaumen, Aprikosen und Pfirsichen sitzend wurde von R. Aderhold kultiviert, der den von Vuillemin behaupteten Zusammenhang mit dem Coryneum nicht bestätigen konnte. Auf Zwetschen trat in Italien *P. pruni domesticae* Vogl. auf. Auf Apfel- und Birnblättern finden sich *P. piricola* Sacc. et Speg., *P. pirina* Sacc., *P. mali* Prill. et Delacr., *P. Briardii* Sacc. in Rußland und Ungarn, u. a., ohne daß eine nähere Untersuchung bisher die Artberechtigung dargetan hätte. Auf Apfelfrüchten fand sich in Nord-Carolina *P. solitaria* E. et Er., die bis zu einer Verkümmerung der Früchte führte.

P. coffeicola Delacr. kommt in Holländisch-Indien und Surinam auf Kaffee vor, erweist sich aber als nicht besonders schädlich. Auf Rosen und Himbeeren kommen *P. rosae* Desm. und *P. argillacea* Bres. vor. An Erdbeerblättern kommt *P. fragariicola* Desm. et Rob. in fast ganz Europa vor. Die Johannisbeere wird von *P. ribicola* (Fr.) Sacc. und der *Phyllosticta* einer *Mycosphaerella* in Italien heimgesucht. Die Begonien beherbergt *P. begoniae* P. Brun. in Portugal und Italien, aber größere Schäden sind bisher noch nicht angerichtet. Der Weinstock wird in Südeuropa von mehreren Arten bewohnt: *P. vitis* Sacc., *P. succedanea* (Pass.) All. u. a. In Nordamerika wird der Sellerie von *P. apii* Halst. heimgesucht. *P. brassicae* (Carr.) Westend. ist weit verbreitet auf *Brassica napus* und *oleracea*. Auf *Cyclamen persicum* findet sich in Österreich *P. cyclaminis* P. Brun., auf den Blättern Flecken erzeugend. Auf den Ölbäumen in Italien erzeugen durch frühen Blattfall eine vorzeitige Entlaubung *P. insulana* Mont., eine Verkümmerung der Blätter *P. oleae* Petri. Die Mannaesche wurde von der *P. fraxinifolia* Curr. in Minnesota heimgesucht. Auf Kürbisblättern wächst *P. cucurbitacearum* Sacc., auf Hopfen *P. humuli* Sacc. et Speg. Den in den Gärten kultivierten Nelken und Veilchen können *P. dianthi* Westend. und *P. violae* Desm. verhängnisvoll werden. Über ein heftiges Auftreten der Veilchenkrankheit hat J. E. Humphrey[2]) berichtet, welcher die Meinung ausspricht, daß die Ursache des heftigen Befalles wahrscheinlich darin zu suchen sei, daß die Züchter die Veilchen während des

---

[1]) Vgl. R. Aderhold, Über die Sprüh- und Dürrfleckenkrankheiten des Steinobstes in Landwirtsch. Jahrb. 1901, S. 772.

[2]) Massachus. State Agric. Exp. Stat. 1892; cit. Zeitschr. f. Pflanzenkr. III, 360.

ganzen Jahres unter Vegetation halten. Dadurch muß eine Schwächung der Pflanzen eintreten, da ihnen keine Ruhepause gegönnt wird. Auf Rüben werden mehrere Arten angegeben, die bei der Besprechung der Rübenherzfäule (I, S. 297) bereits behandelt worden sind.

Phoma Fr. unterscheidet sich, wie schon oben gesagt, lediglich dadurch, daß die Pykniden nie auf Blättern (ausgenommen Nadeln) vorkommen, sondern auf Ästen, Früchten, Stengeln usw. Der von diesen Pilzen angerichtete Schaden ist deshalb auch meist intensiver, weil er zum Kränkeln oder Absterben ganzer Äste oder Pflanzen führt. Eine der weit verbreiteten und sehr häufigen Arten ist *P. herbarum* Westend., die auf dürren Stengeln der verschiedensten Nährpflanzen sich findet und vielleicht auch ihr Absterben verursachen kann. *P. lophiostomoides* Sacc. wird von LOPRIORE für einen Parasiten von Weizen und Roggen gehalten, CAVARA allerdings glaubt in ihm nur einen Saprophyten sehen zu sollen. Der Pilz scheint nicht allzu häufig zu sein. An Coniferen finden sich verschiedene Arten, so *P. pitya* Sacc., welche die Einschnürungskrankheit der Douglastanne erzeugt. Die vom Pilze befallenen Rindenpartien fallen zusammen und sterben bald ab. *P. acicola* (Lév.) Sacc. kommt auf Kiefernnadeln, *P. pini* (Desm.) Sacc. auf Fichtennadeln vor; es ist aber nicht bekannt, ob sie als Parasiten aufzufassen sind. *P. foeniculina* Sacc. wurde in Ungarn an Fenchel beobachtet, und zwar befiel er die Pflanzung, indem die Pflanzen[1]) bedeutend kleiner wurden. In Frankreich haben PRILLIEUX und DELACROIX[2]) auf der Kartoffel eine Fleckenkrankheit beobachtet, die durch *P. solanicola* Prill. et Del. verursacht wird. Auf dem Stamm und dann an den Ästen zeigen sich große, längliche, weiße oder hellgelbe Flecken, in denen später die Pykniden entstehen. Bei *Solanum melongena* erregt *P. solani* Halst. ein Umfallen der Keimpflanzen. Diese in Nordamerika in Mistbeeten auftretende Erkrankung ergreift die unteren Stengelpartien, die dadurch absterben und einschrumpfen. Gegenmittel sind nicht bekannt. Auf den Tabakpflanzen zu Turin stiftet *P. tabaci* Passer mannigfachen Schaden. *P. destructiva* Plown[3]) zeigte sich auf der Tomate 1912 in Florida, indem sie auf dieser und der Kartoffel an dem Blattwerk eine Fleckenkrankheit verursachte. Über die auf der Rebe vorkommenden Phoma-Arten wurde bereits in Bd. I, S. 301 das Notwendige mitgeteilt. Auf *Brassica* findet sich *P. brassicae* Thüm., das an den Stengeln braune Flecken erzeugt, die im Innern blasser sind. Das Zellgewebe der Pflanze wird vollständig gebräunt und abgetötet. Die Krankheit ist weit verbreitet und läßt sich nur durch Vernichten der erkrankten Stengel bekämpfen[4]). Über dieselbe in Holland verbreitete Krankheit hat neuerdings RITZEMA BOS[5]) berichtet. Was zuerst die Pilzart betrifft, so weist er nach, daß der von DELACROIX *P. brassicae* genannte Schädling identisch mit *P. oleracea* Sacc. ist, die bisher nur an toten Kohlstrünken, besonders an Grünkohl als Saprophyt bekannt war. Das Hauptsymptom der als Fallsucht des Kohls bezeichneten Erkrankung besteht im Absterben der Hauptwurzel in geringer Entfernung unter der Bodenoberfläche. Die zarteren Gewebe

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XXIII, 1913, S. 262.
[2]) Bull. de la Soc. Mycol. de France VI, 1890, S. 178.
[3]) Journ. of Agric. Research IV, 1915, S. 1.
[4]) PRILLIEUX et DELACROIX in Bull. Soc. Mycol. de France VI, S. 113.
[5]) Krebsstrünke und Fallsucht bei den Kohlpflanzen, verursacht von *Phoma oleracea* Sacc., in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVI, 1906, S. 257.

gehen in Fäulnis über, und nur die holzigen Teile bleiben bestehen; sie sind nicht stark genug, um ältere Pflanzen tragen zu können, und die Kohlköpfe fallen daher um. Bei jüngeren Pflanzen entwickeln sich an der Stengelbasis gewöhnlich Seitenwurzeln, welche die Pflanze eine Zeitlang ernähren können, so daß es zum Kopfansatz kommt. Sobald aber der Kopf sich vergrößert, fällt er ebenfalls um, da die Last für die dünnen Seitenwurzeln zu groß wird. Weitere Modifikationen im Krankheitsbilde hat RITZEMA BOS nicht selten beobachtet, und ich verweise auf seine zitierte Arbeit. Am Stengel finden sich Krebsstellen, die anfangs nur durch helle Färbung hervortreten, aber zuletzt sich dunkelbräunlichgrau bis schwarzbraun färben und weiter um sich greifen; auch die Blätter erkranken und zeigen ähnliche Fleckenbildung. Als Ursache der beiden von den Praktikern als verschieden betrachteten Krankheiten wurde die genannte Phoma-Art nachgewiesen, deren Pykniden sich auf allen Teilen der Pflanze, hauptsächlich allerdings auf den Stengeln bilden. Nach vorläufigen Versuchen erscheint es als sicher, daß die Phoma die unverletzten Wurzeln nicht angreift, sondern daß Verletzungen durch Insektenfraß oder irgendwelche Verwundungen vorhergegangen sein müssen. Namentlich scheint die *Anthomyia brassicae* verantwortlich gemacht werden zu müssen.

Eine gefährliche Kohlrübenkrankheit beobachtete E. ROSTRUP[1]) in Dänemark und HAGEM in Norwegen. Der Pilz ist außerdem in England, Irland, Schweden, Nordamerika und Neuseeland bekannt. Durch den Angriff von *P. napobrassicae* Rostr. wurden die Rüben zum Faulen gebracht, indem das schnell sich ausbreitende Mycel die Rübengewebe absterben läßt. Derselbe Autor beobachtete eine auf der Mohrrübe vorkommende Art, *P. sanguinolenta* Rostr.[2]). Gegen Ende des Sommers treten an den Möhren, namentlich am Kopfe der Wurzel, ein oder mehrere eingesunkene, graue oder bräunliche Flecken auf; häufig kommt auch ein eingefallener Ring um die Basis der Blattrosette zustande. In diesen Flecken sitzen die schwarzgrauen Pykniden, aus deren Porus die rote Sporenranke hervorquillt. Auf dem Felde richtet der Pilz im ersten Jahre verhältnismäßig wenig Schaden an, aber schon im Winterlager greift er weiter um sich und vernichtet häufig größere Mengen von Möhren. Die infizierten Möhren werden dann im Frühjahr wieder ausgepflanzt, und nun beginnt sich die Wirkung der Infektion dadurch weiter bemerkbar zu machen, daß das Mycel von der Wurzel in den Stengel und bis zum Gipfel hinaufwächst. Der Weg, den das Pilzmycel im Stengel nimmt, wird durch einen sich verbreiternden braunen Streifen kenntlich gemacht, der besonders an den Knoten hervortritt. Die Dolden werden zum Welken gebracht und dadurch meist die Hälfte, oft aber auch der ganze Samenertrag vernichtet. Am heftigsten tritt die Krankheit im leichten, sandig humosen Boden auf, während in feuchtem Lehmboden der Befall weit geringer ist. Zur Bekämpfung empfiehlt es sich, beim Auspflanzen der Möhren alle erkrankten Exemplare zurückzuweisen und zu vernichten. Bleiben die Möhren während des Winters im Boden und werden im Frühjahr verpflanzt, so tritt die Erkrankung in viel schwächerem Maße auf. *P. apiicola* Klebahn fand sich in den Sellerieknollen in Holland und Deutschland ziemlich häufig. In Westafrika und Dahomey

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, S. 322.
[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, S. 195.

trat auf der Baumwolle *P. Roumii* Fron [1]) auf, die den jüngeren Teilen des Gipfeltriebes und der Seitenäste gefährlich wird. Hier bilden sich Krebsgeschwülste, in deren zerstörten Zellen der Pilz wuchert. Es verdorren die Blätter und die Kapseln der befallenen Zweige. Auf kultivierten Chrysanthemen fand Voglino [2]) die *P. chrysanthemi* Vogl., welche namentlich die Blätter befällt und dadurch die Blüten zum Welken bringt. Merkwürdigerweise entwickelt der Pilz auch zweizellige Sporen und würde dann zu *Septoria* zu ziehen sein; der angerichtete Schaden ist bedeutend. Auf Citrus-Arten im Freien sowohl wie auch in den Gewächshäusern kommen mehrere Arten vor, die aber kaum Schaden stiften, so z. B. *P. limonis* Thüm. et Bolle, *P. citri* Sacc., *P. aurantiorum* (Rabenh.) Sacc. u. a. An den Zweigen von *Morus alba* findet sich in Italien *P. mororum* Sacc., unter Umständen ziemlich bedeutenden Schaden stiftend. Auf Limabohnen, auf den Stengeln und den Bohnen Flecken verursachend, kommt in Nordamerika in den Küstengegenden *P. subcircinata* E. et Ev. vor. Verschiedene Arten sind als Pykniden zu Diaporthe-Arten gestellt worden, ob mit Recht, mag dahingestellt sein. So nenne ich *P. ambigua* (Nitschke) Sacc. auf Birnbaumästen, zu *Diaporthe ambigua* gehörig, *P. sarmentella* Sacc. an Hopfenranken, vielleicht zu *D. sarmenticia* gehörig. Auf Fruchthülsen von Leguminosen trifft man häufig *P. leguminum* Westend., die aber wohl rein saprophytisch sich entwickelt.

Dendrophoma Sacc. hat nicht, wie die bisherigen Gattungen, einfache Sterigmen, an denen die Sporen entstehen, sondern ästige oder wirtelig ästige Sterigmen. Zu nennen wäre *D. Marconii* Cav. auf Hanf. Kurz vor der Reife entstehen am Stengel längliche, dunkle Flecken, in denen die Pykniden zuerst eingesenkt sind und später hervorbrechen. Vielleicht hilft dagegen die möglichst frühzeitige Ernte, da durch diese Maßregel die Reifung der Sporen verhindert wird. Auch durch *D. convallariae* Cav. wird kein besonders bedeutender Schaden angerichtet. Diese Art verursacht auf Maiblumenblättern, längliche dunkle Flecken, wodurch die Blätter zum frühzeitigen Absterben gebracht werden.

Eine weitere Art der Gattung *Dendrophoma* ist auf *Citrus* gefährlich, welche die „stem-and-rot" Fäule hervorbringt, *P. citri* Fawc. [3]). Der Pilz kommt in Florida, Australien und Algier vor und schädigt in Amerika die Früchte von *Citrus* hauptsächlich. Er beginnt an den jungen Trieben und besonders am Stielende, wo besonders häufig Schildläuse sitzen, und verbreitet sich von da aus weiter. Zur Bekämpfung entferne man alles abgestorbene Holz und die Früchte, welche eingetrocknet sind, sorgfältig, bespritze mit Bordeauxbrühe und wende ein Insekticid an, um die Läuse zu bekämpfen.

Von der Gattung *Macrophoma* Berl. et Vogl., die sich nur durch die viel größeren Sporen von den vorhergenannten unterscheidet, wäre in erster Linie *M. Hennebergii* (Kühn) Berl. et Vogl. zu nennen, die auf Weizen, namentlich in nassen Jahren, schädigend auftritt. Die von dem Pilze erzeugte Braunfleckigkeit der Weizenähren besteht darin, daß sich an den Spelzen und Klappen der Ähren schokoladen-

---

[1]) Der Pflanzer V, 1909, S. 217; Fron in Bull. Soc. myc. de Fr. XXV, 1909, S. 66.

[2]) Malpighia XV, 1902, S. 329.

[3]) H. S. Fawcett in Florida Bull. 107, 1911; B. F. Floyd and H. E. Stevens in Florida Bull. 111, 1912; J. G. Grossenbacher in U. S. Dep. of Agric., Bur. of plant Industry Circul. 124, 1913.

braune Flecken bilden, in denen die Pykniden entstehen. Die Körner der befallenen Ähren schrumpfen ein und werden ebenfalls fleckig. Der dadurch angerichtete Schaden ist häufig sehr bedeutend, wie ERIKSSON[1]) von Schweden berichtet, wo im Jahre 1889 auf einem Felde der Pilz so stark wütete, daß das Feld schon aus der Ferne rötlich aussah. LOPRIORE[2]) empfiehlt als Bekämpfungsmittel die Behandlung der Saat mit Schwefelsäure oder Kupfersulfat; doch ist nicht bekannt geworden, ob diese Beizung wirklich hilft. Nach PRILLIEUX und DELACROIX[3]) wird der Kakaobaum in Ecuador von *M. vestita* Prill. et Delacr. befallen. Die Krankheit beginnt gewöhnlich nach Überschwemmungen und starken Regengüssen und äußert sich durch plötzliches Gelbwerden und Abfallen der Blätter und Früchte; die Pflanzen selber vertrocknen vom Grunde aus und gehen ein. Im allgemeinen werden die Bäumchen nicht vor dem dritten oder vierten Jahre befallen. In den Wurzeln sitzt das Mycel des Pilzes, und in den oberen Rindenschichten entstehen die Pykniden. Näheres ist vorläufig nicht bekannt. Auf Oliven kommt *M. dalmatica* (v. Thüm.) Berl. et Vogl.[4]) vor und verursacht auf ihnen einen rundlichen, ziemlich großen braungelben Flecken, in dem die Pykniden entstehen. Wahrscheinlich geschieht das Eindringen des Pilzes an Insektenstichen. Andere Arten der Gattung kommen an wildwachsenden Pflanzen vor und interessieren uns daher nicht weiter.

Die Gattung *Plenodomus* Preuß hat Pykniden, die unregelmäßig aufreißen, und abgerundete Sporen. Es kommen zwei Arten in Betracht, die beide in Nordamerika gefunden sind. Die eine Art *P. destruens* Harter[5]) ruft die Wurzelfäule der Bataten hervor, die an der Stammrinde über der Wurzel erfolgt. Die Schwärzung greift allmählich weiter, und schließlich stirbt die Pflanze ab. Auf dem ergriffenen Teil der Rinde bilden sich die Pykniden aus. Der zweite Schädling kommt auf der Rinde von Äpfeln vor und macht keine großen Schäden. *P. fusiomaculans* (Sacc.) Coons[6]) wurde von Coons einer Reihe von Experimenten unterzogen, auf die ich hier hinweise.

Bei der Gattung *Sphaeronema* Fr. besitzen die Pykniden einen langen Hals, zu dem die Sporen oft in kugeligen Massen austreten. Fast alle Arten sind Saprophyten, beachtenswert ist nur *S. fimbriatum* (Ell. et Halst.) Sacc. Dieser Pilz verursacht bei den Bataten in Nordamerika die sogenannte Schwarzbeinigkeit (auch Sweet-Potato oder Black-Rot genannt). Bei den jungen Pflänzchen treten an den unteren Stengelteilen schwarze, eingesunkene Flecken auf, ebenso auch an den reifen Knollen, die dadurch bald verfaulen. Im Innern der Gewebe werden große braune Makrokonidien gebildet, außen auf den Flecken dagegen hyaline kleine Mikrokonidien, außerdem noch die Pykniden mit dem langen, etwas ausgefransten Halse. HALSTED hat beobachtet, daß bei ausschließlicher Anwendung von mineralischem Dünger der Befall der Pflanzen viel heftiger ist. Man vermeide also diese einseitige Düngung und vernichte zugleich alle erkrankten Pflanzen.

Hierher gehört auch *Cicinnobolus*, über dessen Art *C. Cesatii* bereits in Bd. I, S. 250 das Nötige gesagt wurde. Der Pilz kommt auf Stachel-

---

1) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, 29.
2) Bollet. di Notizie agrar. XV, 1893, S. 488.
3) Bull. Soc. Mycol. de France X, 1894, S. 165.
4) Vgl. A. MAUBLANC in Bull. Soc. Bot. de France 1904, S. 229.
5) L. L. HARTER in Journ. of agric. Research I, 1913, S. 251.
6) G. H. COONS in Journ. of agric. Research V, 1916, S. 713.

beer- und Apfelmehltau vor und findet sich namentlich in Schlesien. Nicht mit Recht aber nimmt man an, daß der Schmarotzer die schädlichen Mehltaue vernichtet.

Von der Gattung *Asteroma* DC., die sich dadurch auszeichnet, daß sie radiär strahlige, fibrillöse Mycelflecken auf lebenden Blättern bildet sind hier nur wenige Arten zu nennen, da die meisten auf wildwachsenden Laubbäumen sich finden. *A. geographicum* (DC.) Desm. kommt bei vielen Pomaceen auf den Blättern vor. *A. padi* Grev. bringt die Blätter von *Prunus padus* zum Absterben usw.

Die Pykniden der Gattung *Vermicularia* Fr. sitzen fast von Anfang an oberflächlich auf dem Substrat und sind von der Mitte bis zur Basis ringsum mit langen, steifen Borsten besetzt. Die Sporen sind zylindrisch spindelförmig und häufig gekrümmt. Die gemeinste Art ist *V. dematium* (Pers.) Fr., das auf den Stengeln vieler Kräuter und an dünnen Zweigen auf der ganzen nördlichen Hemisphäre auftritt. Allgemein gilt dieser Pilz als harmloser Saprophyt, aber unter Umständen, die noch nicht näher bekannt sind, scheint er auch lebendes Gewebe angreifen zu können. So hat LINHART[2]) ihn auf Esparsette beobachtet, wo er die Stengel in großer Ausdehnung so schwärzte, als ob sie verbrannt wären. Näheres über dieses interessante Auftreten wurde leider nicht bekanntgegeben. *V. trichella* Fr. kommt auf vielen Obstbäumen, auf Efeu usw. vor und verursacht Blattflecken. *V. melicae* Fuck. wächst auf lebenden Blättern von *Melica*. In Frankreich tritt auf den Kartoffeln und Tomaten eine Krankheit auf, die als „Dartrose" bezeichnet wird. Die Krankheit tritt zuerst am Stengel auf, der sich mit kleinen schwarzen Punkten bedeckt. Es vertrocknet der Stengel, und es zeigen sich im Innern dieselben schwarzen Punkte. Die Kartoffeln erlangen nicht ihre Größe und werden nicht vollständig reif. DUCOMET wies als Ursache der Punkte die *V. varians* Ducomet nach. Dieselbe Krankheit trat auch in Pretoria[3]) auf. Als Verhütungsmittel sollen die kranken Kartoffeln nicht ausgesät werden, ebenso sollen die Kartoffeln und Tomaten, welche auf demselben Feld standen, im Jahre darauf nicht wieder angepflanzt werden.

Pyrenochaeta de Not. unterscheidet sich von *Vermicularia* durch die meist nur an der Mündung sitzenden Borsten und die verzweigten Sporenträger. Die Arten kommen vielfach an lebenden Blättern vor, beanspruchen aber keine besondere Wichtigkeit. Erwähnt sei nur *P. rubi idaei* Cav., die auf den Himbeerblättern schwarze Flecken verursacht.

Hatten die bisher erwähnten Gattungen nur einzeln stehende, nicht durch ein Stroma vereinigte Pykniden, so zeigt uns die Gattung *Fusicoccum* Corda ein meist kegeliges Stroma, das im Innern vielkammerig ist, also mehrere kammerartige Pykniden enthält. Manche von den Arten sollen als Konidienformen zur Gattung *Diaporthe* gehören, Gewisses ist darüber nicht bekannt. Am bekanntesten ist *F. abietinum* (Hart.) Prill. et Delacr. (= *Phoma abietina* Hart.), das die sogenannte Einschnürungskrankheit der Tannen erzeugt. An der Infektionsstelle an den Zweigen wird das Cambium und die Rinde getötet. Während nun die untere und auch noch eine Zeitlang die oben darüber

---

[1]) OBERSTEIN in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XX, 1910, S. 449, und XXIII, 1913, S. 394.
[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. V, 92.
[3]) DOIDGE in The agric. Journ. of the Union of the South Africa VII, 1914, S. 879.

liegende Partie des Astes in die Dicke wächst, bleibt natürlich die infizierte Partie im Dickenwachstum zurück, und zuletzt sieht der Zweig wie breit geringelt aus. Nach vollständiger Zerstörung der Rinde an der Ringelstelle vertrocknet die ganze, nach oben hin liegende Partie des Zweiges, indem die Nadeln daran hängen bleiben. Diese braunen abgestorbenen Zweigenden sind für die Krankheit besonders auffällig. An der Einschnürungsstelle brechen im Sommer die Stromata hervor, in denen gegen Ende des Sommers die Pykniden entstehen. Zur Bekämpfung der oft sehr schädlich auftretenden Krankheit müssen die erkrankten Zweige, die sich bei einiger Übung an der eigentümlichen grüngelben Nadelfärbung schon in den frühesten Stadien erkennen lassen, sorgfältig abgeschnitten und vernichtet werden. Über die Infektion und die anatomischen Veränderungen im Gewebe hat E. MER[1]) Untersuchungen angestellt, durch die die älteren HARTIGschen in vielen Punkten erweitert und bestätigt wurden.

Besonders häufig auf Ästen in der Rinde wächst *Cytospora* Ehrenb. Die Stromata sind meist höcker- oder kegelförmig und enthalten in ihrem Innern meist konzentrisch gestellte Kammern oder Höhlungen, deren Ausgangsöffnungen häufig nach einem Punkte in der Mitte des Stromas hinführen. Die einzelnen, wurstförmigen Sporen werden in Form gedrehter Ranken entleert. Diese Pyknidenformen gehören zu Valsaceen, und wir haben bereits eine Anzahl von Arten bei der Besprechung der Gattung *Valsa* kennengelernt (I, S. 323). Im allgemeinen wird wohl die *Cytospora*-Form saprophytisch entwickelt, dagegen wächst das Mycel wahrscheinlich schon parasitisch und tötet die Äste ab. So finden wir *C. rubescens* Fr. auf Pfirsichzweigen und *C. rubens* auf Obstbäumen häufig. Sie gehören beide zu Valsa-Arten (I, S. 323). Über diese Verhältnisse wissen wir noch nichts Näheres.

Die Gattung *Dothiorella* Sacc. unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß die Pykniden aus einem Stroma rasig gehäuft hervorbrechen oder ihm etwas eingesenkt sind. Bekannte Arten, welche vielleicht auch den lebenden Pflanzen Schaden zu tun vermögen, sind *D. ribis* (Fuck.) Sacc. auf Ästen von Ribes-Arten und *D. mori* Berl. auf Maulbeerzweigen in Oberitalien.

Ausgebreitete, schwarze, von der Epidermis häufig bedeckte und innen gekammerte Stromata besitzt *Placosphaeria* Sacc. Die Sporen sind länglich und sitzen auf feinen stielchenförmigen Sterigmen. Bekannt ist *P. onobrychidis* (DC.) Sacc. auf den Stengeln und Blättern von *Onobrychis sativa*, *Cytisus* usw. Als Nebenfruchtform zu *Mazzantia galii* gehört *P. galii* Sacc. an Stengeln von Galium-Arten in Europa.

Ceuthospora Grev. unterscheidet sich von *Cytospora* hauptsächlich dadurch, daß alle Pykniden eines Stromas in einen gemeinsamen Gang ausmünden. Erwähnen möchte ich davon *C. coffeicola* Delacr. auf Zweigen des Kaffeebaumes auf Réunion; ob die Art auch parasitisch wird, konnte bislang nicht festgestellt werden. *C. Cattleyae* Sacc. et Syd. fand sich auch in Orchideenhäusern auf den Blättern von *Cattleya amethystina*.

Die Unterabteilung der Phaeosporae zeichnet sich durch die einzelligen, dunkel gefärbten Sporen aus. Der Gattung Phoma entspricht *Sphaeropsis* Lév.; die meisten Arten kommen sicher nur an

[1]) Recherches sur la maladie des branches de sapin causée par la Phoma abietina, in Journ. de Botan. 1893, Oct.

toten Pflanzenteilen vor, so alle diejenigen, welche auf Ästen wachsen, wie z. B. *S. mori* Berl. auf Ästen von *Morus alba*, *S. ulmi* Sacc. et Roum. auf Ulmenrinde usw. Größere Beachtung verdient nur *S. malorum* Peck (nach Delacroix als *S. pseudodiplodia* Fuck. zu bezeichnen, ferner identisch mit *Macrophoma malorum* Berl. et Vogl.), ein nordamerikanischer Parasit des Apfelbaumes, der neuerdings auch in Frankreich aufgefunden worden ist. Im allgemeinen sitzt der Pilz in den Früchten, in deren Epicarp er sich weit ausbreitet. Man hat aber in neuerer Zeit[1]) Beobachtungen gemacht, die den Pilz als Erreger einer Krebserkrankung der Apfelbäume dartun. Die Krebsstellen haben anfangs Ähnlichkeit mit Jugendstadien des Nectriakrebses, aber es entsteht keine Überwallungszone am Rande der Wunde, sondern die Rinde vertrocknet und wird rissig. Der Befall durch den Pilz erfolgt im Frühjahr, die mißfarbene Rinde deutet die Anfangsstadien der Krankheit an; im August schließt die Entwicklung mit den Pykniden ab. Das Mycel soll nur in einzelnen Fällen überwintern, die Krankheit wird daher fast ausschließlich durch die Sporen weiterverbreitet. Dieses Resultat erscheint mir nicht ganz sicher. DELACROIX konnte erfolgreiche Impfungen nur durch Verwundungen der Äste anstellen, an Blättern schlugen die Übertragungen fehl. Häufig werden die Eingangspforten für den Pilz die kleinen Verwundungen sein, welche durch die Schildlaus Diaspis piricola hervorgerufen werden. Der Pilz beschränkt sich nicht bloß auf den Apfelbaum, sondern ergreift auch andere Obstbäume, ja geht sogar auf *Rhus*, *Celastrus*, *Diospyros* usw. über. Das Vernichten der befallenen Äste wird natürlich der Krankeit Eintrag tun. PADDOCK empfiehlt als Vorbeugungsmittel das Besprengen der Bäume mit Bordeauxbrühe und das Abkratzen der Rinde. Über die Wirkungen dieser Maßnahmen ist nichts Näheres bekannt. L. E. HESLER[2]) fand auf Apfelzweigen *F. malorum* und einen Ascomyceten auf *Hamamelis virginica*, der in Reinkultur die Pykniden von *S. malorum* ergab. Er identifizierte den Ascomyceten mit *Physalospora cydoniae*. Es ist zweifelhaft, ob dieser Pilz mit dem Apfelbaumparasiten identisch ist. Auf *Castanea vesca* fand RITZEMA BOS einen Pilz unmittelbar über dem Wurzelhals *S. castanea* Togn., der den Bast an dieser Stelle im Verein mit *Phoma castanea* Peck abtötete. Ferner hat LANG[3]) auf *Ulmus montana* in der gebräunten Rinde eines Zweiges *S. nervisequa* Lang gefunden. Man sehe über das Krankheitsbild in der zitierten Veröffentlichung nach.

Als Erreger der Gallen von *Citrus* in Nordamerika gilt *S. tumefaciens* Hedg.[4]), welcher rein kultiviert wurde und durch Impfung die Gallenbildung hervorrief. Durch das Ausschneiden der kranken Triebe ist eine Bekämpfung möglich.

Von der Gattung *Coniothyrium* Corda haben wir in Bd. I, S. 316, bereits den wichtigsten Vertreter kennengelernt. Zu erwähnen wäre noch *C. concentricum* (Desm.) Sacc., das bei *Yucca*, *Dracaena* usw. in den

---

[1]) Vgl. dazu W. PADDOCK, The New York Apple-tree Canker in New York Agric. Exp. Stat. Bull. n. 163, 1899, S. 177, und in 44. Ann. Meet. Western New York Hort. Soc. 1899; G. DELACROIX in Bull. Soc. Myc. de France XIX, 1903, S. 132 und 350, hier weitere Literatur.

[2]) Mycologia VI, 1914, S. 84.

[3]) Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXXV, 1917, S. 37.

[4]) FL. HEDGES und L. S. TENNY, U. S. Dep. of Agric., Bur. of Plant Industry Bull. 247, 1912.

Kulturen schwarze Flecken auf den Blättern erzeugt und dadurch den Verkaufswert der Pflanzen wesentlich herabsetzt. C. *Wernsdorffiae* Laubert erzeugt nach dem Autor eine Rosenkrankheit, bei der auf der grünen Rinde der Zweige Flecken auftreten, die oft gürtelförmig den Zweig umgeben und ihn zum Absterben bringen. Häufig entstehen auch krebsartige Wunden. Köck[1]) hat diese Beobachtungen in bezug auf die Schädlichkeit des Pilzes bestätigt. Der Pilz tritt nicht bloß in Deutschland, sondern auch in den angrenzenden Ländern auf.



Fig. 37. Krebs bei der wilden Brombeere. (Nach Sorauer.)

Auf Brombeersträuchern treten krebsartige Gebilde auf, die durch kleine Wunden in der Jugend veranlaßt werden und sich im Alter zu größeren Knollen entwickeln. Nach Güssow entwickeln sich die Auswüchse aus dem Angriff des Pilzes *C. tumifaciens* Güss.[2]). Er überzeugte sich von dem Angriffe des Pilzes und zeigte, daß er wirklich die Schwellungen, die als Krebs bezeichnet wird, erregt (Fig. 37 *K*). Nachgewiesen wurde der Pilz in West-, Mittel- und Nordeuropa.

Erwähnt mag von den Phaeosporae noch sein die Gattung *Chaetomella* Fuck. mit oberflächlichen, borstenbedeckten Pykniden. Auf Zuckerrohrstengeln auf Réunion kommt *C. sacchari* Delacr. vor, doch wahrscheinlich nicht parasitisch.

Bei der Unterabteilung der Hyalodidymae bleibt der Bau der Pykniden der gleiche, nur die Sporen sind zweizellig. Der Gattung Phoma etwa entspricht *Ascochyta* Lib. mit eiförmigen oder länglichen,

---

[1]) Köck, Zeitschr. für das landwirtsch. Berufswesen in Österreich 1905; H. T. Güssow in Journ. of the R. Hort. Soc. XXXIV, 1908, S. 222, hält den Pilz für Coniothyrium Fuckelii.

[2]) H. T. Güssow in Journ. of the Roy. Hort. Soc. XXXIV, 1908, S. 229; P. Sorauer in Handb. f. Pflanzenkrankh. I, 1909, S. 603; C. Hahmann in Zeitschr. f. angew. Bot. I, 1919, S. 103.

hyalinen oder grünlichen Sporen. Die meisten Arten bilden auf Blättern oder Stengeln verfärbte Flecken, in denen die schwarzen, kleinen Pykniden entstehen. Meistens sind sie Parasiten, doch werden wie ja auch in vielen anderen Fällen die Pykniden häufig erst im abgestorbenen Gewebe ausgebildet. Für uns kommen nur wenige Arten in Betracht, welche Nutzpflanzen schädigen. In erster Linie wäre zu nennen *A. piniperda* Lindau (= *Septoria parasitica* Hart.). R. HARTIG[1]) hat die Entwicklungsgeschichte dieses Parasiten klargelegt. Bereits im Mai bekommen die befallenen Fichtentriebe an der Basis oder in der Mitte braune Nadeln, die nach kurzer Zeit abfallen. Befallene Seitentriebe zeigen meist eine Umbiegung nach unten und lassen die Nadeln schlaff herabhängen. Auch hier bräunen sich dann die Nadeln und fallen schließlich ab. Die Triebe selbst trocknen ein. Die Pykniden entstehen meist an der Basis des abgestorbenen Triebes, oft aber auch an anderen Stellen. Die fast spindelförmigen, zweizelligen Konidien werden in Ranken herausgestoßen und keimen leicht aus. Die Infektion erfolgt im zeitigen Frühjahr, und das Mycel durchwuchert alle Gewebe der Zweige. Im allgemeinen kommt die Erkrankung nur an jungen Pflanzen vor, solange sie noch im Saatkamp stehen; aber auch an Stangenhölzern findet man den Pilz, wo er dann die Gipfel abtötet. Ein Bekämpfungsmittel außer der Vernichtung der erkrankten Zweige kennen wir nicht. Auf Leguminosen kommen mehrere schädliche Arten vor, so auf *Phaseolus vulgaris* die häufig mit dreizelligen Sporen versehene *A. Boltshauseri* Sacc.[2]). Die Bohnenblätter bekommen braune, rundliche oder eckige Flecken, die mit dunklerem Rande umgeben sind und in mehrere konzentrische, dunkelbraune Ringe zerlegt erscheinen. Das Blattgewebe stirbt bald ab, und die Pykniden entwickeln sich in den Flecken. Die Blätter werden meist so heftig ergriffen, daß die Spreite wie mit Flecken besät ist. Sie sterben natürlich dadurch frühzeitig ab, und die Bohnenpflanzen bringen aus Mangel an Blättern keine Früchte hervor. Die Species ist nicht bloß in Deutschland, sondern auch in Holland und Rußland häufig.

Verwandt damit, aber durch die Sporengröße verschieden ist *A. pisi* Lib., die außer Bohnen auch Erbse, Futterwicke und *Cicer arietinum* befällt und nicht bloß die Blätter, sondern auch die Hülsen fleckig macht. Bei den letzteren geht der Flecken häufig bis auf die Samen durch. Im allgemeinen mag der Schaden, der durch *A. pisi* angerichtet wird, nicht besonders groß sein, aber unter günstigen Umständen kann der Samenertrag empfindlich herabgesetzt werden. Einen solchen Fall erwähnt F. KRÜGER[3]) bezüglich der Erbsen. Die vor dem Blühen ergriffenen Pflanzen wurden vollständig abgetötet, die nach dem Fruchtansatz befallenen gelangten zu spärlicher Samenbildung. Die Übertragung des Pilzes erfolgt wohl meist durch die Samen, die bis zu 80% keimungsunfähig sind und durch Bildung von schmutzig grünen Flecken anzeigen, daß sie befallen sind. Solange die Witterung das schnelle Wachstum der Erbsen begünstigt, macht der Pilz nur langsame Fortschritte; wenn aber durch anhaltende Nässe das Wachstum verzögert wird, gewinnt der Parasit bald die Oberhand. Er ist ver-

---

[1]) Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1890, Heft 11, und Forstl. Naturwiss. Zeit. 1893, S. 357; vgl. RUDOLPH in Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwirtsch. X, 1912, S. 411.

[2]) H. BOLTSHAUSER, Blattflecken der Bohnen in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, 1891, S. 135.

[3]) Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. I, 1895, S. 620.

breitet in Mittel-, West- und Südeuropa. *A. lactucae* Rostr. bringt an den Stengeln von Salatpflanzen längliche braune Flecken hervor. *A. brassicae* Thüm. ist in Portugal auf Kohl heimisch, kann aber auch außerhalb seines Verbreitungsgebietes eine Krankheit hervorbringen (z. B. in Bonn)[1]). *A. beticola* Prill. et Delacr. und *A. betae* Prill. et Delacr. kommen an der Zuckerrübe vor, scheinen aber nicht parasitisch zu sein, sondern erst nachträglich auf geschwächten Pflanzen aufzutreten. Auf *Clematis* trat durch *A. clematidina* Thüm.[2]) eine Krankheit in Nordamerika auf, welche die Blattstiele bis zum Stengel hinab abtötet. Das Spritzen mit Waschseife, Schwefel und Wasser tötete den Pilz sicher ab. *A. graminicola* Sacc. wächst auf Gräsern und kommt auch gelegentlich auf Getreidearten vor, ohne aber daß bisher nennenswerte Schädigungen bekannt geworden sind. *A. oryzae* Catt. kommt an Reis in Oberitalien vor. Auf den Blättern von *Juglans regia* richtet *A. juglandis* Boltsh.[3]) durch Zerstörung der Blattsubstanz nicht unbeträchtlichen Schaden an. Endlich wäre noch *A. caulicola* Laub.[4]) zu erwähnen, die auf den Stengeln und Blattstielen von *Melilotus albus* weiße, braun umrandete Flecken erzeugt, in denen die zahlreichen Pykniden sitzen. Auf *Quercus ilex* schädigt die Blätter beträchtlich in England die neue *A. quercus ilicis* Güss.[5]).

In Nordamerika erkrankten in Nordkarolina[6]) in einer Gärtnerei mehrere Jahre hintereinander die *Chrysanthemum*. Die Blütenknospen wurden auf einer Seite krank und starben ziemlich bald ab. Es findet sich in allen erkrankten Geweben ein Mycel, das zu *A. chrysanthemi* Stev. gehört. Man findet genauer angegeben, wie die einzelnen Blütenköpfe erkranken, hier dürfte es angezeigt sein, darauf nur hinzuweisen. Eine Art, welche mehrere Pflanzen befällt, so z. B. *Solanum melongena*[7]), *Capsicum*, ist *A. hortorum* (Speg.) Sm. Es schädigt auch die Artischocken[8]) in Oberitalien. Die Blütenstiele bräunen sich und gehen in Fäulnis über. Den Kaffee schädigt in Brasilien die *A. coffeae* P. Henn., die die Blätter angreift.

Die Gattung *Diplodina* West. gleicht in allem der nachher zu behandelnden Gattung Diplodia, nur die Sporen sind hyalin. Ein gefährlicher Feind der Eßkastanie in Südfrankreich ist *D. castaneae* Prill. et Delacr.[9]), der die unter dem Namen Javart bekannte Krankheit erzeugt. Die jungen Bäume werden in einer Höhe von 50—100 cm am noch glatten Stamme befallen. Die ergriffenen Rindenstellen trocknen ab, und es entstehen kleine Höhlungen, die ein krebsartiges Aussehen haben. Da die Infektion an mehreren Stellen erfolgt und die Flecken immer weiter fressen, so stirbt schließlich die Rinde und damit der Stamm ab. Während die Krankheit früher nur wenig bekannt war, hat sie sich jetzt mit großer Schnelligkeit verbreitet und fügt den Kulturen ungeheuren Schaden zu.

---

[1]) J. Vasters in Deutsch. Landwirtsch. Pr. XLIII, 1916, S. 308.
[2]) W. O. Glover in Journ. of Agric. Research IV, 1915, S. 331.
[3]) Boltshauser in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VIII, 263.
[4]) Arb. d. Biolog. Abt. usw. am Kais. Gesundheitsamt III, 441.
[5]) H. T. Güssow in Journ. of Botany XLVI, 1908, S. 123.
[6]) F. L. Stevens und J. G. Hall, Report of the biolog. of the New Carolina Agric. Exp. Stat. West Raleigh 1907.
[7]) P. Voglino in Malpighia XXI, 1907, S. 353.
[8]) L. Gabotto in Rivist. de Patol. veget. VII, 1916, S. 45.
[9]) Bull. Soc. Mycol. de France IX, 1893, S. 275.

Ein bekannter Rosenschädling ist *Actinonema rosae* (Lib.) Fries. Auf den Blättern befindet sich ein strangartiges Mycelgeflecht, das radiär von einem Punkte ausstrahlt und die kleinen, mündungslosen Pykniden trägt. Im allgemeinen bleibt das Mycel auf der Oberfläche des Blattes, aber es kann auch in das Blattgewebe eindringen und veranlaßt dann das schnelle Absterben des Blattes. Es tritt dann eine frühzeitige Entlaubung ein, die wieder ein vorzeitiges Austreiben der Endknospen im Herbste zur Folge hat. Dadurch aber werden die Rosen entkräftet und blühen im folgenden Jahre schwach oder gar nicht. Vielleicht überwintert der Pilz auf den Schößlingen der Rose. Man hat auch die Perithecienform gefunden, es ist aber noch nicht sicher, ob sie mit dem Pilze eine Einheit bildet (*Diplocarpon rosae* Wolf). Spritzmittel werden gegen den Schädling kaum helfen, vielleicht läßt sich durch Abschneiden und Vernichten der in den Anfangsstadien der Krankheit befindlichen Blätter die Schädigung beschränken.

Von der Unterabteilung der Phaeodidymae wäre in erster Linie die Gattung *Diplodia* Fr. zu nennen, deren kohlige, schwarze Pykniden unter der Epidermis angelegt werden und dann durchbrechen. Die Sporen haben ellipsoidische oder eiförmige Gestalt und sind dunkelbraun oder schwarz gefärbt. Die Gattung besitzt sehr zahlreiche Arten, die aber ihre Pykniden im toten Substrat entstehen lassen. Trotzdem wird man viele davon zu den Parasiten rechnen müssen, weil das Mycel bereits in der lebenden Pflanze auftritt; so kommen *D. cerasorum* Fuck., *D. aurantii* Catt., *D. mori* West., *D. sapinea* (Fries) Fuck. usw. gewiß im Mycelstadium schon an den Zweigen von Kirschbäumen bzw. *Citrus*, *Morus* und Coniferen vor. Interessant ist *D. gongrogena* Temme, welche an der Zitterpappel Holzkröpfe erzeugen soll, die durch hypertrophische Wucherungen von Holz und Rinde entstehen.

Wichtig ist *D. cacaoicola* P. Henn., die P. Hennigs zuerst von faulenden Kakaofrüchten von Kamerun beschrieben hat. Von dieser Art gibt nun A. Howard[1]) an, daß sie nicht bloß auf Kakao, sondern auch auf Zuckerrohr in Westindien parasitisch auftritt. Auf den Zuckerrohrstengeln bildet der Pilz senkrecht, mehr oder weniger parallel verlaufende Risse, in denen die schwarzen Pykniden entstehen. Beim Kakaobaum tritt er an den Ästen und Früchten auf und bringt erstere zum Abtrocknen. Die so sehr auffällige Tatsache, daß ein parasitischer Pilz zwei Pflanzen aus so entfernt stehenden Familien befällt, wurde von Howard durch wechselweise Impfung mit Kulturen des Pilzes von beiden Nährpflanzen erwiesen. Zur Verhütung der Erkrankung weist er darauf hin, daß der Pilz wahrscheinlich zuerst ein harmloser Saprophyt faulender Früchte gewesen ist, der sich erst später an das parasitische Leben in den Zweigen des Kakaobaumes und im Zuckerrohr gewöhnt hat. Griffon und Maublanc[2]) vertreten die Ansicht, daß *Botryodiplodia theobromae* Put., *B. elasticae* Petch, *Chaetodiplodia grisea* Petch, *Macrophoma vestita* Prill. et Delacr., *Lasiodiplodia nigra* App. et Laub. und *Diplodia cacaoicola* Henn. eine Species repräsentieren, die verschiedene Wuchsformen vertritt. Sie würde *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. et Maubl. heißen müssen. Das Ver-

---

[1]) On Diplodia cacaoicola, a parasitic fungus on sugar-cane and cacao in the West Indies in Annals of Botany XV, 1901, S. 683.

[2]) Bull. Soc. Myc. de France XXV, 1909, S. 3; T. Petch in Ann. of the Roy. Bot. Gard. Paradeniya IV, 1910, S. 445.

breitungsgebiet würde die Kakaogegenden der ganzen Erde umfassen. *D. coffeicola* Zimm. kommt nach ZIMMERMANN in Holländisch-Indien vor und macht sich als dunkler Flecken auf den Früchten des Kaffees bemerkbar.

J. B. POLE EVANS [1]) fand in Südafrika eine Fäulnis der Zitronen, die vom Stielende gewöhnlich ausgeht und schwarz färbt. Er erzielte durch Reinkultur eine neue *D. natalensis* P. Evans, die durch Überimpfen die Fäulniserscheinungen hervorbringt. Dieselbe Krankheit ist auch in Florida [2]) verbreitet und brachte bei gesunden Bäumen ein schnelles Absterben der infizierten Gewebe hervor. Die Trockenfäule des Maises im ganzen Verbreitungsgebiet des Maises bringt *D. zeae* (Schwein.) Lév. [3]) hervor, der die Körner der erkrankten Pflanzen zusammenschrumpfen und dunkel gefärbt erscheinen läßt. Er wächst interzellular und wird durch das Sonnenlicht am Keimen verhindert. Das Aussetzen des Maisbaues auf einige Jahre beschränkt das Ausbrechen der Erkrankung.

Eine Reihe von anderen Gattungen, die sich von Diplodia nur durch unwesentliche Merkmale unterscheiden, kommt vorläufig hier nicht in Betracht. Erwähnt mag bloß *Lasiodiplodia tubericola* Ell. et Ev. sein, die auf Kartoffelknollen aufgetreten ist, welche den Transport von Java nach Nordamerika gemacht hatten. Augenscheinlich handelt es sich dabei mehr um einen zufälligen Fund als um einen regelmäßig auftretenden Schädling.

Als Urheber des weißen Grindes der Limonenfrüchte hatten CAVARA und MOLLICA [4]) eine Milbenart, Tenuipalpis cuneatus, angegeben. Dagegen fanden BRIOSI und FARNETI [5]), daß die Fruchtflecken von einer ganzen Anzahl von Pilzen bewohnt werden, unter denen *Rhynchodiplodia citri* Br. et Farn. hervorgehoben zu werden verdient. An den Flecken lassen sich vier Mycelzonen unterscheiden, auf denen je eine charakteristische Fruchtform erscheint. Der Zusammenhang dieser verschiedenen Konidienformen mit der *Rhynchodiplodia* ist noch nicht klar, so daß also die Ätiologie der Krankheit noch keineswegs ihre letzte Aufklärung gefunden hat, obwohl nicht zu leugnen ist, daß die erfolgreichen Überimpfungen des Mycels auf gesunde Früchte für die Meinung der Autoren sprechen.

Unter den Hyalophragmiae finden sich keine bemerkenswerten Arten, wohl aber bei den Phaeophragmiae, wo besonders die Gattung *Hendersonia* Berk [6]) zu erwähnen sein würde. Auf lebenden Blättern kennt man viele Arten, doch scheint bisher eine nennenswerte Schädigung noch nicht beobachtet worden zu sein. So kommen *H. mali* Thüm. auf Blättern des Apfelbaumes im österreichischen Litoralgebiet, *H. piricola* Sacc. an den Blättern des Birnbaumes in Mitteleuropa, *H. foliicola* (Berk.) Fuck. auf den Nadeln des Wacholders in

---

[1]) Transvaal Dep. of Agric. Soc. Bull. n. 4, 1910.

[2]) H. S. FAWCETT und B. F. FLOYD, University of Florida. Agric. Exp. Stat. Rep. 1911.

[3]) VON DER BIJL in Union of South Africa, Dep. of Agric., Div. of Bot. and Pl. Pathol., Science Bull. n. 7. Pretoria 1916 (auch Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XXVII, 1916, S. 236).

[4]) Atti Acc. Gioenia Sci. nat. Catania 4 ser. XVII.

[5]) Atti Ist. bot. Pavia 2 ser X, 1907, S. 1.

[6]) E. VOGES, Über die Pilzgattung Hendersonia Bork. in Bot. Zeit. CXVIII, 1910, S. 87. Verf. weist hier auf die näheren Verhältnisse bei Hendersonia hin, weshalb auf die Arbeit besonders verwiesen sein soll.

Deutschland und Westeuropa, *H. Togniniana* Poll. an Wedeln von *Cycas revoluta* in Oberitalien vor. Bei dem Zuckerrohr findet sich *H. sacchari* Butl.[1]) (collar rot), bei der die Blätter von der Spitze abwärts an den Rändern entlang welken, das Mark ist im oberen Stengelteil meist trocken und ausgehöhlt, weiter unten saftig und wäßrig, noch tiefer wird es rotfleckig und -streifig, an der Basis besonders an den Knoten rein rot. Die Krankheit ist beschränkt auf die Gegend von Kalkutta. Weit verbreitet auch auf Ästen aller möglichen Bäume ist *H. sarmentorum* West., *H. vagans* Fuck. kommt auf der Rinde von *Prunus*, *Pirus* und anderer Bäume vor, *H. lonicerae* Fries an *Lonicera caprifolium*, ohne daß wir bisher über die Wirkung dieser Pilze auf ihre Nährpflanzen unterrichtet wären.

Die Gattung *Cryptostictis* Fuck. sieht äußerlich wie *Hendersonia* aus, besitzt aber Sporen, die an beiden Enden mit einer Wimper versehen sind. Als Krankheitserreger ist durch P. SORAUER *C. cynosbati* (Fuck.) Sacc. konstatiert worden, die auf Früchten und Zweigen von Rosen sich findet. Sie veranlaßt das Absterben einzelner Rindenpartien und tiefgehende Wundstellen an den Ästen. Diese Wundstellen haben das Aussehen muldenförmiger Vertiefungen und fanden sich bei vielen Stämmen einer Rosenschule in annähernd gleicher Höhe vom Boden. Das Mycel des Pilzes ließ sich bis in das Mark hinein verfolgen. *C. caudata* (Preuß) Sacc. kommt ebenfalls auf Rosen vor und verursacht braune Rindenflecken. Ob *C. hysterioides* Fuck auch an lebenden Zweigen des Weinstockes sich findet, ist nicht bekannt; an trockenen Ästen ist der Pilz im westdeutschen Weinbaugebiet nicht selten.

Über die Gattung *Hendersonula* Speg. findet sich bereits das Wissenswerte bei *Plowrightia morbosa* in Bd. I, S. 329.

Unter den Phaeodictyae wäre die Gattung *Camarosporium* Schulzer zu nennen. Äußerlich gleicht sie *Hendersonia*, aber die Sporen sind mit Längswänden versehen, so daß man sie als mauerförmig geteilt bezeichnet. Als Schädling ist *C. fissum* (Pers.) Starb. bekannt geworden, das an Rosenstämmen Wundstellen verursacht, welche Frostschäden sehr ähnlich sehen. Die Rinde ist an den eingesunkenen Stellen teilweise aufgetrocknet, teilweise aber durch die vorjährigen Überwallungsränder aufgeplatzt und abgestoßen. Im Mittelpunkt der Wunde zeigt sich das nackte Holz, das von weißlicher Farbe ist und bis zum Mark vom Mycel durchwuchert wird. Auf dem abgestorbenen Holzkörper entstehen die Pykniden. Die Ränder der Flecken zeigen keine Bräunung am Rande. Als Bekämpfungsmittel dürfte in erster Linie die Verpflanzung der gesunden Rosenstämme in sonnige, trockene und dem Winde zugängliche Lagen zu empfehlen sein, daneben natürlich die Vernichtung der ergriffenen Pflanzen. Andere Arten kommen an trockenen Ästen recht häufig vor, aber wir wissen nichts über die parasitische Wirkung, so z. B. von *C. viticola* (Cke. et Harkn.) Sacc. am Weinstock in Kalifornien, *C. mori* Sacc. auf Zweigen von *Morus alba* in Oberitalien u. a.

Unter den Scolecosporae ist am wichtigsten die zahlreiche Arten umfassende Gattung *Septoria* Fries, Die Pykniden besitzen meist linsenförmige Gestalt und sind in verfärbten Blattflecken der Nährpflanze eingesenkt. Die Sporen sind stäbchen- oder fadenförmig und besitzen

---

[1]) E. J. BUTLER und ABDUL HAFIZ KHAN in Mem. of the Dep. of Agric. in India. Bot. ser. VI, Calcutta 1913, S. 181.

mehrere Querwände. Sehr zahlreiche Arten befallen die Blätter von Nutzpflanzen und geben den Anlaß dazu, daß sie vorzeitig absterben. Sehr weit in Europa verbreitet ist *S. graminum* Desm. Auf wilden Gräsern ist der Pilz nicht selten, er kommt aber auch häufig auf Weizen und Hafer auf und verursacht eine Schwarzfleckigkeit der Weizenblätter. Die Gestalt der verursachten Blattflecken erscheint außerordentlich verschiedenartig; es finden sich kleine elliptische oder rundliche, weißliche, gelbe oder rötliche oder ziemlich große, verlängerte, rötliche Flecken, die oft in schmale braune Streifen übergehen, wenn die Pykniden zahlreich in Reihen auftreten. Bisweilen fehlt die Fleckenbildung ganz, und wir finden die Pykniden unregelmäßig in der Blattsubstanz zerstreut. In den Flecken sitzen die kleinen schwarzen Pykniden, die mit bloßem Auge gerade noch als feine dunkle Pünktchen unterscheidbar sind. Die Weizenblätter sterben durch den Angriff des Schädlings ab, und der Körneransatz wird entweder ganz verhindert oder doch sehr vermindert. F. KRÜGER [1]) hat mit den Sporen Infektionsversuche angestellt und gefunden, daß die Impfstellen an den Blättern sich zunächst heller mit dunklem Rande färben. Darauf begannen die ganzen Blätter sich zu verfärben und von der Spitze her abzusterben. Ein Zweifel an der Infektiosität des Pilzes kann demnach wohl nicht mehr aufkommen. Für die Bekämpfung allerdings sind bisher noch keine Mittel gefunden worden.

Ein weiterer Weizenschädling ist *S. tritici* Desm., der sich von der vorigen Art durch die größeren Pykniden und die gefächerten, dickeren Sporen unterscheidet und viel seltener vorkommt. Die von ihm gebildeten Flecken sind anfangs gelb und werden später rotbraun und weißlich. Da beide Arten gemischt auftreten, so mögen sie häufig miteinander verwechselt worden sein. Wie nun F. CAVARA [2]) mit großer Wahrscheinlichkeit dartut, gehören vielleicht beide Pilze in ein und denselben Formenkreis, denn bei der Variabilität der Charaktere läßt sich eine scharfe Grenze zwischen ihnen nicht ziehen. Der Beweis ließe sich natürlich dafür erst dann führen, wenn von beiden die Perithecienform bekannt ist.

Auf den Spelzen des Weizens findet sich *S. glumarum* Passer., die an fast reifen Pflanzen eine Verfärbung, bei der Reife aber eine Braun- oder Graufleckigkeit der Spelzen verursacht. Die Qualität der Körner soll durch den Schädling herabgesetzt werden, dagegen soll der Ansatz nicht darunter leiden. Ob diese Art vielleicht auch nahe verwandt mit den beiden erstgenannten ist, wissen wir nicht. *S. secalina* Jancz. kommt auf Blattscheiden von Weizen und Roggen in Polen vor, *S. avenae* Frank auf Blättern von *Avena sativa* in Pommern; ob beide schädlich wirken, ist nicht bekannt.

Auf Birnblättern verursacht *S. piricola* Desm. kleine, hellgraue Flecken und schädigt dadurch die Assimilationstätigkeit und den Fruchtansatz. Gelegentlich geht der Pilz auch auf den Apfelbaum und auf Äpfel und Birnen über, indem er die Schalen häßlich fleckig macht. Die Sporen sind fädig, sichelförmig gekrümmt und meist in drei Zellen geteilt. Der Pilz hat einen sehr großen Verbreitungsbezirk und richtet namentlich in Nordamerika, wo er unter dem Namen Leaf spot bekannt

---

[1]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XIII, 1895, S. 137; vgl. auch L. MANGIN, Sur le Spetoria graminum, destructeur des familles du blé in Bull. Soc. Myc. de France XV, 1899, S. 108.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 19.

ist, in den großen Obstplantagen bedeutenden Schaden an. Die einzelnen Birnarten sollen sich in ihrer Empfindlichkeit ganz verschieden verhalten. Als Bekämpfungsmittel wird Bordeauxbrühe empfohlen. Der Pilz wurde früher als *S. nigerrima* Fuck. bezeichnet und gehört zu einer Perithecienform *Mycosphaerella sentina* (Fuck.) Schröt.[1]) Die Rosenblätter werden von *S. rosae* Desm. befallen und fleckig gemacht; wahrscheinlich ist der angerichtete Schaden nur gering. *S. fragariae* Desm. kommt auf kultivierten Erdbeeren gelegentlich vor, dürfte aber kaum die Schädlichkeit von *Ramularia Tulasnei* erreichen, welche gewöhnlich als Perithecienform dazu gezogen wird.

Hydrangea hortensis wird von *S. hydrangeae* Bizz. befallen, wodurch auf den Blättern braune, blutrot umrandete, zuletzt zusammenfließende Flecken entstehen. Die Pflanzen werden dadurch sehr geschädigt, indessen scheint der Pilz selten zu sein. Auf dem Alpenveilchen kommt *S. cyclaminis* Dur. et Mont. vor; die Blätter zeigen rötliche, im Zentrum graue, mit deutlichen Randzonen versehene Flecken, die zentrifugal weiterwachsen und das ganze Blatt zum Absterben bringen. Die kultivierten Chrysanthemen werden von *S. chrysanthemella* Sacc. und *S. Rostrupii* Sacc. et Syd. befallen; namentlich ist eine wesentliche Schädigung bisher vor der ersten bekannt geworden. Die kultivierte Gartennelke wird von *S. dianthi* Desm.[2]) befallen und zeigt sich verfärbende und einrollende Blätter. Die Krankheit ist in Europa weit verbreitet, verursacht aber in Nordamerika viel größere Schäden. POTTER hat Infektionsversuche gemacht und die Bildung der Pykniden nach etwa drei Wochen im Blattgewebe beobachtet. *S. azaleae* Vogl. wird den Blättern von *Azalea indica* in Italien[3]) verderblich, die dadurch vergilben und vorzeitig abfallen. Die Fleckenbildung beginnt an der Blattspitze und schreitet dann vorwärts bis zum Grunde des Blattes. Die mehrere Jahre hintereinander befallenen Pflanzen besitzen einen stark verkürzten Stamm, sehr lange und dünne Seitentriebe und dabei wenig Knospen und kurze, schmale Blätter. Die Pykniden entstehen in den Blättern. Es gelang, gesunde Azaleen mit den Sporen zu infizieren. EWERT[4]) fand die Art auch in Niederschlesien, wo sie aus Sachsen eingeführt ist. *Phlox decussata* beherbergt *S. phlogis* Sacc. et Speg., deren Blätter der Pilz verkümmern und unter Krauswerden zusammenschrumpfen läßt. RITZEMA BOS[5]) hat gleichzeitig auch eine *Leptosphaeria phlogis* beobachtet und läßt es dahingestellt, welche von beiden Arten der eigentliche Schädling ist. Besonderes Interesse beansprucht eine auf neuseeländischen Veronicaarten, die in unseren Kalthäusern kultiviert werden, auftretende *S. exotica* Speg. Der Pilz ist zuerst in Argentinien gefunden, dürfte aber viel weiter verbreitet sein. P. HENNINGS[6]) beobachtete den Pilz auf mehreren Kalthausveronicaarten. Die Blätter erhalten runde, weiße Flecken, die einen etwas verdickten, braunen oder dunkelvioletten Rand besitzen; schließlich

---

[1]) KLEBAHN in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVIII, 1908, S. 5.

[2]) Vgl. M. C. POTTER, On a disease of the Carnation caused by *Septoria Dianthi* in Journ. of the Roy. Hort. Soc. XXVII, Pt. 2 n. 3; VOGLINO in Staz. sperim. XXXV, 1902, S. 17.

[3]) P. VOGLINO, Di una nuova malattia dell' Azalea indica in Malpighia XIII, 1899, S. 73.

[4]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIX, 1909, S. 321.

[5]) Vgl. RITZEMA BOS in Tijdschrift over Plantenziekt. V, 1899, S. 29.

[6]) Die Septoriakrankheit neuseeländischer Veronicaarten unserer Gärten in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 203.

schrumpfen sie und fallen ab. Die Pykniden entstehen als schwarze Punkte in den weißen Flecken. Für die Bekämpfung dürfte nur die Vernichtung der kranken Blätter oder der ganzen Pflanzen in Betracht kommen.

Die Blätter der Petersilie werden von *S. petroselini* Desm. (= *Rhabdospora nebulosa* [Desm.] Sacc.) heimgesucht. Schädlicher als der Typus wirkt eine Varietät *apii* Br. et Cav., die nicht bloß in Europa, sondern auch in Nordamerika den Selleriekulturen erheblichen Schaden zufügt. Klebahn[1]) erhebt die Varietät zu einer Art *S. apii* (Br. et Cav.) Rostr. Bei Petersburg wurde außer dem Pilze *S. apii* noch eine Art gefunden, die als *S. apii graveolentis* Dorog.[2]) bezeichnet wurde. Zur Bekämpfung beizte Dorogin die Früchte mit Formalin (1 : 300 Wasser während zwei Stunden) und sammelte alle Pflanzenabfälle nach der Ernte. Die dadurch verursachten Blattflecken sind weiß, in der Mitte gelblich und zeigen auf beiden Seiten die tief im Blattgewebe eingesenkten Pykniden. Gewöhnlich wird im Frühjahr das Sellerieblatt schon von *Cercospora apii* befallen, die wahrscheinlich mit der später erscheinenden *Septoria* in genetischem Zusammenhang steht. Zur Bekämpfung werden trockener Schwefel sowie Bordeauxbrühe oder Ammoniakkupferkarbonat empfohlen.

An Citrus-Arten kommen mehrere Arten vor, so *S. limonum* Pass. an Blättern und unreifen Früchten, *S. sicula* Penz. an Blättern. Auf den Mandarinen erzeugt *S. glaucescens* Trab. schwarze, eingesenkte Flecken, um die herum das Fruchtfleisch grünlich gefärbt ist und unangenehm schmeckt. Bei den Tomaten werden alle Teile der Pflanze von *S. lycopersici* Speg. befallen, einer ursprünglich amerikanischen Art, von der Schädigungen aus Deutschland[3]), Österreich, England und Rußland bekannt sind. Es hat sich das Bekämpfen mit Bordelaiser Brühe als vorteilhaft erwiesen. Die Blätter des Hanf werden durch *S. cannabis* (Lasch) Sacc., namentlich in Ungarn, weißfleckig, ebenso Salatblätter durch *S. lactucae* Passer., Meerrettichblätter durch *S. armoraciae* Sacc., *S. iridis* Sacc. auf Schwertlilien in Italien; so ließen sich noch viele andere Arten anführen. Sie sind aber bisher nicht genau genug bekannt, als daß man beurteilen könnte, wie sie schädigend wirken, und auf welche Weise man ihnen entgegentreten kann. Auch die Blätter der Bäume haben unter dem Angriffe von Septoria-Arten zu leiden. In Ungarn zeigte sich *S. cucurbitacearum* Sacc.[4]) auf der Zuckermelone. Der Pilz ist bisher aus Frankreich bekannt geworden, wo er seit 1905 auf Blättern gefunden wurde. Ich möchte von den vielen hierher gehörigen Arten nur noch folgende anführen: *S. curvata* (Rabh. et Br.) Sacc. auf *Robinia pseudacacia*, die bedeutenden Schaden durch den Blattverlust erleiden soll, *S. castanicola* Desm. und *S. castaneae* Lév. auf *Castanea vesca*, *S. cercidis* Fries auf Cercis-Arten, *S. populi* Desm. auf Pappelarten, *S aesculi* (Lib.) Westend. auf Roßkastanie usw. Erwähnt seien endlich noch *S. epicarpii* Thüm. und *S. nigromaculans* Thüm. auf dem Epicarp der Nüsse von *Juglans regia* in Österreich; namentlich die letztere Art schädigt dadurch, daß

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XX, 1910, S. 10. Er kultivierte die Art rein und nahm Infektionsversuche damit vor.

[2]) Landw.-Minist. über Myk. u. Phytopath. I, 1915, S. 57.

[3]) Reh in Der prakt. Ratgeber im Obst- u. Gartenbau 1905, n. 21.

[4]) G. Moesz in Botan. Közlemén. 1916, S. 157.

die schwarzen Flecken die Fruchthülle durchbohren und bis zum Samen vordringen, die Walnußernte ganz empfindlich.

Von *Septoria* unterscheidet sich *Rhabdospora* Mont. nur dadurch, daß die Flecken mit den Pykniden an den Stengeln und Ästen ausgebildet werden, nicht aber an Blättern. Auf Citrus-Rinde findet sich *R. falx* (Berk. et Curt.) Sacc. und *R. flexuosa* (Penz.) Sacc., erstere Art auch auf *Vitis*. *R. lactucarum* Starb. wächst auf Stengeln von *Lactuca* und *Sonchus* in Nordamerika u. a. Schädigungen scheinen bisher durch Vertreter der Gattung noch nicht vorgekommen zu sein.

Behaarte, häutige Pykniden besitzt die Gattung *Trichoseptoria* Cav. mit der einzigen Art *T. Alpei* Cav. Dieser Pilz wurde von F. CAVARA [1]) als ein Schädling der Früchte von *Citrus vulgaris* erwiesen. Die Schalenoberhaut wies zahlreiche, grünbraune, rundliche, bisweilen zusammenfließende Flecken auf, die zuerst homogen waren, aber später infolge des Auftretens der Fruchtkörper konzentrisch gezont wurden. Die schwärzlichen Pykniden sind mit einem weißen Filzüberzug bedeckt. Bisweilen entwickeln sich in der Schale auch Sklerotien; künstliche Kultur führte die Bildung von Konidien und Chlamydosporen herbei. Die Pyknidensporen wurden zu erfolgreichen Impfungen verwandt. Ob der durch den Parasiten angerichtete Schaden bedeutend ist, wurde bisher nicht bekannt. Ein epidemisches Auftreten von *T. fructigena* Maubl. [2]) machte sich bei Proskau an Quitten bemerkbar. *Cydonia japonica* scheint immun dagegen zu sein, während auf Äpfeln der Schädiger einwirkt. Der Pilz trat bei Paris an den Quitten und Äpfeln auf, wo MAUBLANC [3]) ihn genauer behandelt hat.

Durch die Bildung des Pyknidengehäuses weicht *Phleospora* Wallr. bedeutend ab; die Mündung ist so weit, daß das Hymenium fast bloß liegt, und die Wandung ist nur unvollkommen entwickelt, indem nicht bloß das Mycel, sondern auch die veränderte Substanz der Nährpflanze an ihrer Bildung teilnimmt. Man könnte fast von einem Übergang der Pykniden von *Phleospora* in die Lager der Melanconiales sprechen. Die wichtigste Art ist *P. mori* (Lév.) Sacc., von der das Notwendige bereits in Bd. I, S. 295, unter *Mycosphaerella mori* gesagt wurde; dort wurde die Art mit ihrem Synonym *Cylindrosporum mori* bezeichnet. Zu *P. ulmi* (Fr.) Wallr., das auf Ulmenblättern sehr häufig vorkommt, gehört nach KLEBAHN ebenfalls eine *Mycosphaerella*, *M. ulmi*. Einen Blattfall bei *Caragana arborescens* erregt *P. caraganae* Jacz. [4]), durch die auf der Oberseite der Blätter kleine gelbliche, weißpunktierte Flecken entstehen, während auf der Unterseite die Pykniden als schwarze, halbkugelig hervorragende Pusteln hervortreten. Bisher ist die Krankheit nur in Rußland beobachtet worden.

Ein höckeriges oder ausgebreitetes Stroma, in dem die Pykniden fast eingesenkt sind, besitzt die Gattung *Cytosporina* Sacc. Die Arten gehören als Konidienformen zu Valsaceen. Erwähnenswert ist das durch VAN HALL [5]) beobachtete Absterben der Johannisbeer- und Stachelbeersträucher durch *C. ribis* P. Magn. in Holland. Die Beeren-

---

[1]) Una malattia dei limoni in Atti Ist. bot. Pavia. III, 1892.

[2]) W. PIETSCH in Ber. d. D. Bot. Ges. XXXI, 1913, S. 12.

[3]) MAUBLANC in Bull. Soc. myc. de France XXI, 1905, und XXII, 1906.

[4]) A. v. JACZEWSKI, Eine neue Pilzkrankheit auf *Caragana arborescens* in Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. X, 1900, S. 340.

[5]) Das Absterben der Stöcke der Johannis- und Stachelbeeren, verursacht von *Cytosporina Ribis* P. Magn. in Annal. Mycol. I, 1903, S. 503.

sträucher sterben plötzlich ab, indem sich krankhafte Veränderungen der Rinde zeigen. Gewisse Partien des Holzes bei den Wurzeln und am unteren Stammteil erscheinen dunkelgrau verfärbt und enthalten, namentlich in den Gefäßen, ein dünnes, zartes Mycel. Fruchtkörper wurden an den Sträuchern nicht gefunden, wohl aber traten nach längerer Kultur und nach Abkühlung der Kulturen Pykniden auf, die gelbe Sporenranken produzierten. Andere an Forstbäumen auftretende Arten sollen hier nicht besprochen werden.

Die Gattung *Dilophospora* Desm. wurde schon in Bd. I, S. 315, bei *Dilophia* erwähnt.

Nectrioidaceae.

Die Familie der Nectrioidaceae unterscheidet sich von der vorigen nur durch die fleischige oder wachsartige Konsistenz der Pykniden und durch ihre auffallende helle Farbe. Sehr viele dürften als Pyknidenformen zu *Hypocreaceen* gehören, deren Perithecien ähnliche Färbung und Bau zeigen. Da die meisten Arten ohne Bedeutung für die Kulturpflanzen sind, so mag es genügen, wenn ich auf die Gattungen *Aschersonia* Mont. (vgl. I, S. 272) und *Polystigmina* Sacc. verweise, von denen *P. rubra* (Desm.) Sacc. die bekannte Konidienform der *Polystigma* ist (vgl. I, S. 270).

Leptostromataceae.

Durch ihr äußeres Aussehen erinnert die Familie der Leptostromataceae lebhaft an die Familie der Microthyriaceen, zumal auch häufig die apikale Öffnung des Gehäuses fehlt. Die Gattung *Leptothyrium* Kze. et Schm. besitzt halbierte, schildförmige Pykniden und länglich-eiförmige oder spindelförmige, hyaline, einzellige Sporen. Bekannt sind die auf Lonicera-Arten gebildeten vertrocknenden Flecken, die durch *L. periclymeni* (Desm.) Sacc. erzeugt werden, ebenso die auf *Acer*-Blättern durch *L. acerinum* (Kze.) Corda. Die Spargelkulturen zeigten einen empfindlichen Schaden durch *L. asparagi* Vogl.[1]) in Piemont. Die stark verkrümmten Schößlinge zeigten schwärzliche Flecken, deren schwarze Oberhaut zahlreiche, braune Pusteln aufwies. Die Hyphen vereinigten sich zu schildförmigen Pykniden, deren längliche Basidien farblose gegliederte Sporen bildeten. An lebenden Körpern von kultivierten Cereus-Arten hat Polacci das *L. parasiticum* Pol. nachgewiesen. Auf lange gelagerten Birnen fand sich in Italien *L. carpophilum* Passer.

Die Gattung *Piggotia* Berk. et Br. hat dünnhäutige Pykniden, die zuletzt sternförmig aufspringen; die einzelligen Sporen sind hyalin oder gelblich. An lebenden Ulmenblättern kommt *P. astroidea* Berk. et Br. vor, doch scheinbar ohne größeren Schaden anzurichten. Auf Tee kommt *P. theae* Newod., der auf die Blätter übergeht, vor.

Die Gattung *Leptostroma* Fries gehört als Pyknidenform zu den Hysteriaceen; die Pykniden sind länglich und springen mit Längsspalt auf. *L. herbarum* (Fries) Link ist an trockenen Stengeln größerer Kräuter nicht selten; es ist aber nicht bekannt, ob das Mycel schon bei Lebzeiten der Pflanze einwandert. *L. virgultorum* Sacc. auf Ausläufern von Brombeeren, wahrscheinlich zu Hypoderma gehörig.

---

[1]) Ann. d. R. Accad. di Agricult. LVI, 1913, S. 176.

Eingesenkte, später mit Riß aufreißende Pykniden besitzt *Labrella* Fries. Auffällig werden die Haselnußblätter durch *L. coryli* (Desm. et Rob.) Sacc. beschädigt. Es entstehen große, gelbe Flecken, die einen dunklen Rand besitzen und kleine schwarze Pustelchen zeigen. *L. piricola* Bres. et Sacc. kommt in Birnbaumblättern vor.

Besonders auffällige, in der Blattsubstanz sitzende, schwarze Stromata bildet die Gattung *Melasmia* Lév. Der wichtigsten Art, *M. acerina* Lév., haben wir schon bei der Schlauchform *Rhytisma acerinum* in Bd. I, S. 339, Erwähnung getan. Eine teilweise oder vollständige Bräunung und ein Absterben der Blätter der Berberitze verursacht *M. berberidis* Thüm. et Wint. Die in den Flecken sitzenden Stromata enthalten als feine schwarze Punkte in großen Mengen die Pykniden. Merkwürdig ist eine durch *M. empetri* P. Magn. bei *Empetrum nigrum*[1]) verursachte Krankheit, die sich durch abnorme Verlängerung der jungen Triebe und durch Kleinbleiben der Blätter kundgibt. In der Rinde wuchert das Mycel und bringt ihre Zellen zum Absterben; im folgenden Jahre löst sich die vertrocknete Rinde vom Holzkörper ab. Die Blätter bleiben stets mycelfrei.

Die Gattung *Entomosporium* Lév. zeichnet sich durch die flach halbkugeligen, mündungslosen Pykniden und besonders durch die über Kreuz vierteiligen Sporen aus, von denen jede Zelle eine Borste trägt. Eine wichtige Art *E. mespili* (DC.) Sacc. hat bereits in Bd. I, S. 293, ihre ausführlichere Besprechung gefunden. SACCARDO unterscheidet von der vorigen Art noch *E. maculatum* Lév. an Birnblättern, gelegentlich auch an anderen Rosaceen. In der Schweiz geht die Krankheit auf Birnen über und verursacht große Flecken. OSTERWALDER[2]) empfiehlt eine Bespritzung mit $1^1/_2$ % Bordeauxbrühe, und zwar in der zweiten Hälfte Mai und 14 Tage später. In Nordamerika wirkt der Pilz besonders schädigend und macht die Anzucht von Birnen und Pfirsichen sehr schwer. Durch den mehrfachen Befall der Blätter und ihr Absterben werden die Pflanzen außerordentlich geschwächt und gehen ein. Es wiederholt sich also hier im wesentlichen dieselbe Erscheinung, wie sie bei *Stigmatea mespili* geschildert wurde. Man hat in Nordamerika gegen diese als Leafblight bekannte Krankheit Bekämpfungsmaßregeln ergriffen, von denen das Bespritzen mit Bordeauxbrühe den besten Erfolg zu haben scheint. Auch der Anbau kräftiger Sorten scheint Erfolg zu versprechen, da nach den Versuchen von DUGGAR gewisse Birnensorten unempfindlich gegen den Pilz sind.

Als besonders schädlich tritt auf *Pinus austriaca* der von BRUNCHORST zuerst beobachtete Pilz *Brunchorstia destruens* Erikss. auf. Die Kulturen der Schwarzföhre in Norwegen, aber auch in Deutschland, zeigen namentlich in den jüngeren Jahren ein Absterben, das gewöhnlich in den jüngeren einjährigen Zweigen beginnt und von da auf die Nadelbasis und auf die zurückliegenden Astjahrgänge übergreift. Das Mycel findet sich in allen Teilen der Nährpflanze noch bei Lebzeiten vor und entwickelt im abgestorbenen Gewebe die Pykniden. Diese sind von zweierlei Art: die kleineren zeigen nur eine Kammer, die größeren dagegen mehrere durch Wände geschiedene Kammern, die zuerst mündungslos sind, dann aber sich mit je einem unregelmäßigen Porus

[1]) P. MAGNUS, *Melasmia Empetri*, ein neuer Parasit auf *Empetrum nigrum* in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. III, 1886, S. 104.

[2]) Schweizer Zeitschr. f. Obst- und Weinbau 1917, S. 257.

öffnen. Die Sporen besitzen fädige Gestalt und sind hyalin und mehrfach septiert. Näheres über diese interessante und für den Forstmann wichtige Krankheit ist leider noch nicht bekannt geworden.

Excipulaceae.

Die Familie der Excipulaceae besitzt Pykniden, welche so weit am Scheitel aufreißen, daß dadurch kleine schlüsselförmige Fruchtkörper entstehen, welche den Apothecien kleiner Discomyceten ähnlich sehen. Bei der Gattung *Dothichiza* Lib. brechen die rundlichen, etwas napfartigen Pykniden aus der Rinde hervor. Anfangs sind sie geschlossen, dann aber reißen sie unregelmäßig auf. Die hyalinen Sporen haben längliche oder zylindrische Gestalt und besitzen keine Scheidewand. Von den Arten ist bisher nur *D. populea* Sacc. et Briard als Parasit nachgewiesen worden. G. Delacroix [1]) hat den Pilz in verschiedenen Gegenden Frankreichs auf *Populus virginiana*, *Bolleana* und *nigra* an Stämmen und Ästen beobachtet. Der Pilz vermag nur durch eine Wunde einzudringen und verbreitet sich in der Rinde derartig, daß zuletzt in einer ringartigen Zone ihr Absterben erfolgt. Dadurch wird der über dem Ringe liegende Teil abgetötet. Als prophylaktisches Mittel empfiehlt sich, Wunden an den Bäumen mit 10 % Kupfervitriollösung zu sterilisieren und mit Baumwachs oder einem ähnlichen Mittel zu verschmieren.

Flachere Pykniden, deren Gehäuse meist aus der veränderten Substanz des Nährsubstrates gebildet wird, besitzt *Discula* Sacc., deren bekannteste Art *D. platani* (Peck) Sacc. an Platanenästen ist.

Über die Gattung *Ephelis* Fries mit fädigen, einzelligen Sporen ist bei *Balansia* (I, S. 273) bereits das Nötige gesagt worden.

2. Melanconiales.

Die Melanconiales mit der einzigen Familie der Melanconiaceae sind durch die flachen Konidienlager, die keine besondere Randhülle tragen, scharf charakterisiert. Die Entstehung dieser Lage ist eine ganz verschiedene, bald sitzen sie von Anfang an der Oberfläche des Nährsubstrates auf, bald entstehen sie im Innern des Gewebes und zerreißen die deckenden Schichten in mannigfacher Weise.

Von der Unterabteilung der Hyalosporae interessiert uns am meisten die Gattung *Gloeosporium* Desm. et Mont. Die meisten der zahlreichen Arten sind echte Parasiten und erzeugen auf vielen Kulturpflanzen Krankheiten, deren Studium noch lange nicht abgeschlossen ist. Das Mycel wuchert im lebenden Gewebe und erzeugt unter der Epidermis der Blätter oder Stengel die Sporenlager. Diese Lager sind flach-scheibenförmig oder etwas polsterförmig und brechen nach Zersprengung der Epidermis meist mehr oder weniger deutlich hervor. Die Scheibe der Lager zeigt bisweilen eine dunklere Färbung, aber häufiger eine hellere, namentlich gelblich oder bräunlich. Die Sporenträger stehen in einer dichten Schicht beieinander und erzeugen an der Spitze die einzelligen, meist länglichen oder eiförmigen, hyalinen Sporen. Bisweilen, namentlich wenn das Lager nicht voll heraustritt, kommt es vor, daß die Spuren zu Klumpen oder Ranken zusammen-

[1]) Sur le parasitisme du *Dothichiza populea* sur diverses espèces de Peupliers, in Bull. Soc. Myc. de France XIX, 1903, S. 353.

kleben. Bei der großen Zahl der gefährlichen Arten können hier nur die wichtigsten Berücksichtigung finden.

Die folgende Darstellung bringt die Schädlinge in der systematischen Reihenfolge der Familien der Nährpflanzen. Die meisten dieser Krankheiten faßt man unter der allgemeinen Bezeichnung Anthraknosen oder Schwärzen zusammen.

Auf Palmen kommt *G. Allescheri* Bres. vor. Es verursachte wahrscheinlich ein Absterben von Stengeln der *Chamaedorea elatior* im Botanischen Garten zu München. Die Sporenlager stehen in dichten Herden beisammen und entblößen eine grauweiße Scheibe; die Sporen sind zylindrisch, an beiden Enden stumpf. Über den Verlauf der durch diese Art hervorgerufenen Erkrankung wissen wir vorläufig ebensowenig wie über *G. Nanoti* Prill. et Delacr., das an Blättern von *Caryota urens* in Warmhäusern Frankreichs nachwiesen wurde.

Die Früchte von *Musa*, der kultivierten Banane, leiden häufig unter dem Angriff von *G. musarum* Cke. et Mass., das auf dem Epikarp schwarzgrüne, matte Flecken hervorruft. Das darunterliegende Fruchtfleisch nimmt zuerst eine blaßbräunliche, dann dunkelbraune Farbe an. Er ist einheimisch in Australien, wurde aber in Algier, auf den Kanaren und in Deutschland beobachtet [1]). Im allgemeinen ist dieser Pilz ein Saprophyt, der erst die abgepflückten Bananen befällt, aber er kann auch parasitisch auftreten. So beobachtete Rivière [2]) in Algier, daß nach einem Sirokko die Früchte einen ganz besonders starken Befall zeigten. Die Untersuchung ergab, daß die Eintrittspforten des Mycels in kleinen Verletzungen zu suchen sind, die durch die scharf austrocknende Wirkung des Windes in der Epidermis entstehen. Der Pilz ist also den Wundparasiten zuzurechnen.

Die Orchidaceen beherbergen mehrere Arten, die in den Gewächshäusern großen Schaden stiften können [3]). Das Verhältnis dieser Arten zueinander bedarf noch näherer Untersuchung, da möglicherweise einige identisch sind. Über den Pilz der Vanillenkrankheit, die durch *G. vanillae* mit der zugehörigen Schlauchform *Calospora vanillae* verursacht wird, ist bereits in Bd. I, S. 326 das Nötige gesagt worden. Die übrigen Arten befallen die in unseren Warmhäusern kultivierten Orchideen. Allen diesen Arten ist gemeinsam, daß sie braune oder schwarze Flecken auf den Blättern, Blattscheiden oder Stengeln verursachen, die schließlich dadurch zugrunde gerichtet werden. Auf sehr vielen kultivierten Orchideen, so auf *Vanilla*, *Masdevallia*, *Coelogyne*, *Cattleya*, *Bolbophyllum*, *Pleurothallis* usw. findet sich *G. affine* Sacc. [4]). Auf den Blattscheiden von *Maxillaria infestans* wächst *G. oncidii* Oud. (*G. maxillariae* Allesch.) und entwickelt die weißen halbkugeligen Lager herdenweise. Auf den Blättern von *Stanhopea* wurde *G. stanhopeicola*

[1]) R. Laubert in Gartenflora 1910, S. 409; M. Savelli in Ann. della R. Acc. d'Agric. di Torino LVII, 1914, S. 184; J. E. Dastur in Agric. Journ. India XI, 2, 1916, S. 142.

[2]) Delacroix, Sur le mode de développement du Champignon du Noir des Bananes in Bull. Soc. Mycol. de France XVIII, 1902, S. 285.

[3]) Vgl. P. Hennings, Einige schädliche parasitische Pilze auf exotischen Orchideen unserer Gewächshäuser in Hedwigia XLIV, S. 168.

[4]) O. Sorauer in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XXI, 1911, S. 387. — Auf *Masdevallia* Brick ist eine Art *G. masdevalliae* beschrieben, mit der *G. affine* zu vergleichen ist (Brick im 18. Bericht zu Hamburg 1916). — Von Klitzing wurde auf *Vanda coerulea* die neue Art *G. Beyrodtii* beschrieben, die zu vergleichen ist mit *G. affine* (Gartenflora 1905, S. 434).

P. Henn. beobachtet, auf denen von *Laelia G. laeliae* P. Henn., auf *Liparis longipes G. pallidum* Karst. et Har. usf. Erwähnenswert ist *G. cinctum* Berk., das keine rundlichen Flecken, sondern bandartige, fast parallele, schwarze Zonen auf den Blättern von *Cattleya*, *Dendrobium*, *Stanhopea* erzeugt. Durch diese Bänderung der Blätter wird deutlich gemacht, in welcher Art das Mycel im Innern der Blätter wächst und die Zellen abtötet.

Aus Waldbäumen aus den Familien der Salicacceen, Fagaceen, Cupuliferen usw. wachsen viele Arten, die aber für uns wenig Bedeutung haben. Aus dem Speziesnamen geht die Nährpflanze hervor, ich nenne davon: *G. salicis* Westend., *G. tremulae* (Lib.) Passer., *G. betulinum* Westend., *G. alneum* Westend., *G. carpini* (Lib.) Desm., *G. coryli* (Desm.) Sacc., *G. quercinum* Westend., *G. umbrinellum* B. et Br. (auf Eiche), *G. fagi* (Desm. et Rob.) Westend usw. Während alle diese Krankheiten noch wenig bekannt sind, wurde *G. nervicolum* Massal. durch MASSALONGO besser studiert. Der Pilz befällt die jungen Blätter von *Quercus pubescens* in Oberitalien und verursacht ein Schlaffwerden des Gewebes an der Spitze oder am Rande. Diese Stellen erstrecken sich meist bis zur Mittelrippe und trocknen dann ab, indem gleichzeitig die Blätter abfallen.

Wir kommen nun zu einem äußerst wichtigen Pilz, der die Blätter der Platane befällt und als *G. nervisequum* (Fuck.) Sacc. bezeichnet wird. In Bd. I, S. 322, ist zwar schon das Wichtigste über diese allgemein verbreitete und in ihrer Schädlichkeit für die Platanenblätter vielfach unterschätzte Art gesagt, aber inzwischen veröffentlichte Untersuchungen, die von P. VIALA und P. PACOTTET[1]) angestellt sind, machen ein nochmaliges Eingehen auf die Art wünschenswert. Die Krankheit tritt besonders bei feuchtem Wetter heftig auf, läßt dann aber nach Eintritt von Hitze nach. Im allgemeinen zeigt sich die Platanenkrankheit nur an den Blättern, die dadurch die bekannten braunen Flecken auf und an den Nerven erhalten. Bisweilen aber kommt es vor, daß das Mycel in den jungen ein- bis dreijährigen Zweigen perenniert und bereits die in der Knospe befindlichen Blätter infiziert. Der Befall ist dann ein viel allgemeinerer, und der einzige Schutz dagegen bestände im Abschneiden der jungen Äste. Dadurch wird es möglich, die Krankheit im Herbst auszurotten. Es kommen aber noch schwerere Erkrankungsfälle vor, wenn unter besonders begünstigenden Umständen (z. B. bei niedrigen Frühjahrstemperaturen) das Mycel in die stärkeren Zweige und selbst bis in den Stamm geht. Einen solchen Fall hat J. BEAUVERIE[2]) in Südfrankreich beobachtet, wo das Mycel in der Rinde wie in den Markstrahlen und im Mark auffindbar war. Nachdem die Entwicklung des Pilzes durch KLEBAHN (vgl. I, S. 322) bis zu den Ascosporen klargelegt war, haben die oben genannten französischen Autoren in neuester Zeit aufs neue den Pilz in Kulturen studiert und sind dabei zu ganz merkwürdigen und unerwarteten Resultaten gelangt. Daß in den Kulturen einzelne konidientragende Fäden auftreten, hatte bereits KLEBAHN gefunden, ebenso auch Pykniden mit Mikrokonidien. Dazu kommen nun, je nach der Beschaffenheit

---

[1]) Levures et Kystes des Gloeosporium in Ann. de l'Inst. Nat. Agronom. V fasc. I, 1906.

[2]) Sur une forme particulièrement grave de la maladie des Platanes due au Gloeosporium nervisequum in Ann. Soc. Art. de Lyon XXVI, 1901.

des Kultursubstrates, noch Pykniden mit Makrokonidien. Soweit würden die Resultate der drei Forscher übereinstimmen Nun fanden Viala und Pacottet in gewissen Nährlösungen am Mycel merkwürdige schwarze Gebilde, die sie Cysten nennen, und die durch unregelmäßige Teilung einer Mycelzelle entstehen. In diesen Cysten sollen sich auch endogene Sporen entwickeln. Außerdem kommt eine Zerteilung der Mycelfäden in chlamydosporenartige Zellen zustande, aus denen Sproßhefen von ovaler Form hervorgehen. Die Hefezellen bilden endogen in der bekannten Weise Sporen aus. Wenn diese Beobachtungen richtig wären, so würde damit zum ersten Male gezeigt sein, daß eine sporenbildende Hefe in den Entwicklungsgang eines höheren Pilzes gehört; ferner würde damit erwiesen, daß auch Sporangien (Cysten) zu einem Pyrenomyceten gehören können. Ich habe mich von der Richtigkeit dieser Resultate nicht überzeugen können. Gerade da, wo Klarheit der Darstellung und gute Abbildungen am meisten geboten gewesen wären, nämlich bei der Bildung der Hefen aus dem Mycel und bei dem allmählichen Übergang der Hefen zum Mycel und zur Pyknidenbildung, da versagt die Arbeit, und es läßt sich deshalb nicht mit Sicherheit sagen, wo die Fehlerquellen eigentlich liegen. Ich vermute, daß irgendeine Verunreinigung in die Kulturen gekommen ist; denn die Behauptung allein, daß die Kulturen nicht verunreinigt waren, beweist noch lange nicht, daß sie in Wirklichkeit rein waren. Ich verweise auf die ganz ähnliche Entwicklung bei *G. ampelinum.*

Auf Saxifragaceen, speziell auf der Gattung Ribes, kommen *G. ribis* (Lib.) Mont. et Desm. und *G. variabile* Laubert vor. Die erstere Art findet sich hauptsächlich auf Johannisbeerblättern, geht aber auch auf andere Teile der Pflanzen über. Die Krankheit findet sich in dem ganzen Verbreitungsgebiete der Pflanze, besonders in den nördlichen Teilen Europas, Asiens und Amerikas. Die Blattflecken sind von kreisrunder Gestalt, braun, meist klein, fließen aber zu größeren Flecken zusammen. Die Sporenlager sind rotbraun, innen weißlich und finden sich auf der Oberseite der Blätter. Die Sporen besitzen längliche Gestalt und sind am oberen Ende etwas gekrümmt und fast geschnäbelt. Der Pilz tritt unter günstigen Umständen epidemisch auf und richtet dann durch Zerstörung der von ihm befallenen Teile großen Schaden im Fruchtertrage an. Oft fallen die Blätter ganz ab, und die Beeren bleiben klein und fallen ab. Ewert[1]) hat die Art auf ihre Infektionsbedingungen untersucht und findet dabei, daß sie eine Krankheit des Alters sei; denn selbst die empfindlichen Sorten müssen ein gewisses Altersstadium erreicht haben, ehe sie dem Pilze zur Beute fallen. In Amerika wendet man zu seiner Bekämpfung Bordeauxbrühe an. H. Klebahn[2]) hat diese Art genauer auf ihre Entwicklung untersucht und dabei gefunden, daß auf den abgefallenen überwinterten Johannisbeerblättern sich ein Discomycet fand, den er als zugehörige Askenform erweisen konnte. Er gehört zur Gattung *Pseudopeziza* und bildet die neue Art *P. ribis* Kleb. Die zweite von R. Laubert[3]) be-

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVII, 1907, S. 158; vgl. auch Laubert in Gartenflora 1909, S. 8 und Zeitschr. f. Forst- u Landwirtsch. III, 1905, S. 200.

[2]) Untersuchungen über einige *Fungi imperfecti* und die zugehörigen Ascomycetenformen III. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVI, 1906, S. 65.

[3]) Eine neue sehr verbreitete Blattfleckenkrankheit von *Ribes alpinum* in Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. II, 1904, S. 56.

schriebene Art, *G. variabile*, befällt *Ribes alpinum* und erzeugt auf den Blättern regellos zerstreute, runde, dunkle Flecken. Die Sporenlager entstehen unterseits, und die Sporen haben spindelförmige, etwas gekrümmte Gestalt.

Auf Rosaceen, hauptsächlich auf der Unterfamilie der Prunoideen, kommen mehrere Arten vor, die wichtig sind. *G. fructigenum* Berk. veranlaßt die Bitterfäule der Äpfel. An den noch auf dem Baume hängenden Früchten entstehen vereinzelte, braune, kleine Flecken, während das darunter befindliche Fruchtfleisch weich wird und einen bitteren Geschmack annimmt. Auf den Flecken erscheinen in konzentrischer Anordnung die Sporenlager, welche blaß-rötlich aussehen und sich entweder lappig oder mit einer runden Öffnung auftun. Die Sporen sind länglich-zylindrisch und entstehen auf ebenso langen, einfachen Sterigmen. Der Pilz kommt in Europa (z. B. Rußland, Holland, der Schweiz) und in Brasilien vor, doch tritt er bei weitem nicht so verheerend auf wie in Nordamerika, wo der von ihm angerichtete Schaden viel bedeutender ist. Die leichteste Art der Bekämpfung ist die vollständige Entfernung der Mumien und das Abschneiden der krebsigen Zweige sowie Spritzen mit Bordeauxbrühe [1]). Über die Art der Bildung der Apressorien verweise ich auf Hasselbrings [2]) Veröffentlichung. Nach v. Schrenk und Spaulding soll die Art mit *G. rufomaculans* (Berk.) Thüm. identisch sein und müßte nach den Gesetzen der Priorität diesen Namen annehmen. Die letztere Art ist auf Weinbeeren gefunden, und die Identität beider ist noch nicht über allen Zweifel erhaben. Clinton hat die Schlauchform beobachtet und als *Gnomoniopsis fructigena* bezeichnet. Die beiden erstgenannten Autoren weisen aber nach, daß die Perithecienform nicht zu *Gnomoniopsis* gehören kann, sondern den Typus einer neuen Gattung *Glomerella* darstellt. Für unsere Zwecke besitzen diese Feststellungen weniger Wert, dagegen ist der durch Osterwalder [3]) erbrachte Nachweis wichtig, daß dieselbe Art auch auf Kirschen übergeht. Die Kirschen können nur durch Wunden infiziert werden und bekommen braune Flecken, auf denen die konzentrisch angeordneten Lager auftreten. Das Mycel dringt ins Zellinnere ein, dagegen bilden sich die stromatischen Grundlagen der Sporenlager zwischen Cuticula und Zellumen aus und sprengen die erstere schließlich. Wenn die Kirschen heftig befallen werden, so schrumpfen sie stark ein, und die schwarzen Sorten scheinen mehr zu leiden als die roten. Es sind auch von amerikanischen Forschern Impfungsversuche bei Äpfeln gemacht worden, und zwar stets mit dem Resultat, daß nur bei Verletzungen ein Eindringen des Mycels stattfinden kann. In Louisiana kommt der Pilz auch auf Tomaten [4]) vor. Über die Bekämpfung ist bisher nichts Sicheres bekannt. Auf Pfirsichen ist *G. laeticolor* Berk. in England und auf Äpfeln in Carolina *G. versicolor* Berk. et Curt. gefunden worden; beide Arten fallen mit *G. fructigenum* zusammen, wie Southworth meint.

Auf den Blättern von *Cydonia vulgaris* wächst *G. cydoniae* Mont., ohne daß bisher von wesentlichen Schädigungen berichtet wäre.

---

[1]) Laubert in Deutsch. Obstbauzeit. LVI, 1910, S. 175.

[2]) Hull. Bot. Lobor. Repr. Bot. Gaz. 1906, n. 42. Chicago Univ. Press.

[3]) Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. XI, 1903, S. 225.

[4]) C. W. Edgerton und C. C. Moreland in Louisiana Bull. 142, 1913.

Eine Anthraknose des Mandelbaumes verursacht *G. amygdalinum* Brizi[1]), das besonders die jungen Früchte, viel weniger die jungen Zweige auf Sardinien befällt. Die ganz jungen Früchte bekommen einen kleinen gelbbraunen Punkt in Form eines kleinen, wenig erhabenen Bläschens. In dem Maße, wie das Bläschen an Größe zunimmt, fällt die silberfarbige, seidige Behaarung der Früchte ab. Mit dem Wachstum der Früchte bildet sich in der äußeren Hülle eine wundartige Vertiefung, welche sich nach innen vergrößert. Die mittleren Zelllagen des Epikarps, welche verholzen müßten, bleiben weich und faulen. Oft nehmen die Wundstellen einen großen Teil des Epikarps ein und können auch die ganze Frucht durchbohren, wenn sie auf den beiden entgegengesetzten Seiten der Frucht entstehen. Die Fruchthülle löst sich schließlich los, und die Frucht selbst vertrocknet oder verfault, je nach der Witterung. Je später die Mandelfrucht von dem Pilze befallen wird, um so weniger tief dringt das Mycel in die Hülle ein. In den jungen Zweigen kann sich das Mycel im Rindenteil verbreiten und die Entwicklung der Blätter unterdrücken. Anfangs scheinen sie zwar normal zu wachsen, aber noch vor ihrer vollen Entfaltung vertrocknen sie und fallen bei der geringsten Erschütterung herunter. Über die Bekämpfung der Krankheit sind bisher noch keine Versuche im Freien gemacht worden.

Eine Anthraknose des Apfelbaums, auch canker, dead spot oder black spot genannt, hat A. B. Cordley[2]) in Oregon beobachtet. Das Übel ergreift hauptsächlich die jungen Äste, kommt aber bisweilen auch an den dickeren Zweigen oder an den Stämmen junger Bäume vor. Es entstehen im Herbst leicht eingefallene braune Fleckchen auf der Rinde, die sich im Frühjahr rapid ausbreiten und mehrere Zentimeter Ausdehnung gewinnen. Wenn ein solcher Flecken den Ast ringelt, so stirbt der äußere Teil ab; andernfalls löst sich bald die Borke ab, und es entsteht eine Wunde, die sehr langsam ausheilt. Im Juni treten die Sporenlager des Schädlings auf, den Cordley *G. malicorticis* genannt hat. Über die Bekämpfung ist nichts Zuverlässiges bekannt.

Die Ursache der Anthraknose der Himbeeren und Brombeeren in Nordamerika, Australien, England und Norwegen ist *G. venetum* Speg. (*G. necator* Ell. et Ev.), ein Pilz, der in Oberitalien an *Rubus chamaemorus* zuerst gefunden wurde. Der Pilz erzeugt auf Blättern, Blattstielen und Stengeln Flecken, die zuerst klein und purpurrot gefärbt sind, später sich vergrößern und eine weißgrau gefärbte zentrale und eine rote Randpartie haben. Auf den Blättern fallen die Flecken bald aus, so daß das Blatt durchlöchert wird. Wenn die Blattstiele oder Rippen ergriffen werden, so rollen sich die Blattränder meist ein. Am Stengel nehmen durch Zusammenfließen die Flecken oft den ganzen Umfang ein, was zur Folge hat, daß die Blätter klein bleiben und die Früchte nicht oder nur unvollkommen entwickelt werden. Die Sporenlager sind klein, schwarz und ragen kaum etwas hervor. Impfungen wurden von Scribner ohne Erfolg vorgenommen. Über die Bekämpfung sind bisher keine Versuche gemacht worden, doch soll nach Mc Alpine Bordeauxbrühe Erfolg versprechen.

---

[1]) Eine neue Krankheit des Mandelbaumes in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VI, 1896, S. 65.

[2]) Oregon State Bull. n. 60 p. 8, 1900; Botan. Gaz. XXX, 48.

Von Leguminosen wären folgende Arten zu nennen. *G. trifolii* Peck, eine bisher nur aus Nordamerika bekannte Art, trat im Sommer 1901 in Sachsen[1]) auf *Trifolium pratense* derartig verwüstend auf, daß bis 25 oder 30 % und mehr der Pflanzen abstarben. Der Pilz befällt nur die Stengel und Blattstiele des Klees und ruft auf ihnen Flecken hervor, die anfangs von länglicher Gestalt und schwarzer Farbe sind und sich hauptsächlich in der Längsrichtung des Stengels erstrecken. Später färbt sich dann die Mitte der Flecken hellbraun und sinkt ein. Die Gewebe des Stengels werden bis ins Mark hinein dadurch zerstört, und der oberhalb des Fleckens liegende Teil des Stengels stirbt ab. Auf dem eingesunkenen Gewebe entwickeln sich die Sporenlager, welche unterhalb der Kutikula angelegt werden. MEHNER hat die Konidien auf den unverletzten Stengel gestrichen und stets Infektion erzielt; allerdings trat die Erkrankung noch schneller auf, wenn vorher die Epidermis leicht verletzt wurde. Scheinbar ist die Krankheit mit amerikanischem Kleesamen eingeschleppt worden, da auf den Feldern, welche reichlicher mit fremdem Samen bestellt waren, die Pflanzen sich stärker befallen zeigten. Über die Bekämpfung ist nichts bekannt. Denselben Pilz hat E. ROSTRUP auch in Dänemark beobachtet. Nun macht O. KIRCHNER[2]) darauf aufmerksam, daß *G. trifolii* lediglich die Blätter des Klees befällt, nicht aber die Stengel, und daß demnach, da auch die Sporenmaße etwas verschieden sind, die von MEHNER beobachtete Krankheit von einem neuen Pilz, dem *G. caulivorum* Kirchn., verursacht wurde (Fig. 38, *3*). Dieser Forscher beobachtete den Schädling gleichzeitig auch in Hohenheim und konnte MEHNERS Befunde bestätigen. Im Sommer 1902 konstatierte G. LINHART[3]) die Krankheit in der Provinz Sachsen, Brandenburg und Böhmen, BROŽ[4]) in Slavonien, SCHOEVERS[5]) in Holland und K. MALKOFF[6]) auch bei Göttingen. Im darauffolgenden Jahre war allerdings die Krankheit in Sachsen entschieden zurückgegangen, aber allem Augenschein nach haben wir es mit einem Pilze zu tun, der unter uns vorläufig unbekannten Umständen den Kleebau ganz bedeutend zu schädigen vermag. Wie man sich allerdings sein plötzliches Auftreten erklären muß, darüber lassen sich vorderhand nicht einmal Mutmaßungen äußern.

Sehr verbreitet und sehr schädlich ist das *G. Lindemuthianum* Sacc. et Magn. auf Bohnen. B. FRANK[7]) hat diese Fleckenkrankheit der Bohnenhülsen zuerst genauer untersucht und die Entwicklung des Pilzes studiert. Die Krankheit tritt nur selten an den Stengeln oder Blättern der kultivierten Bohnen auf, sondern befällt hauptsächlich die Hülsen. Auf den jungen, unreifen Hülsen treten braune, rundliche und sich oft verlängernde Flecken auf, die in der Mitte etwas eingesunken sind und einen wulstigen, erhabenen Rand zeigen (Fig. 38, *1*). Die Größe wechselt sehr, kann aber unter Umständen über 1 cm im Durchmesser betragen. Meistens treten sie in großer Zahl auf einer

[1]) B. MEHNER, Der Stengelbrenner des Klees in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, 1901, S. 193.

[2]) Bemerkungen über den Stengelbrenner des Rotklees in Zeitschr. f. Pflanzen krankheiten XII, 10.

[3]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, 281.

[4]) Wiener landw. Zeitschr. LXVI, 1916, S. 378.

[5]) Tijdschr. over Plantenz. XX, 1914, S. 81.

[6]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, 282.

[7]) Über einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten in Landw. Jahrb. 1883, S. 511, und Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. I, 31.

Hülse auf und machen sie zum Genuß untauglich. Werden die Hülsen erst in älteren Stadien befallen, so geht die Zerstörung des Gewebes nicht allzu tief ins Innere, bei jüngeren dagegen wird die Wandung häufig vollständig durchbohrt und auch der junge Samen infiziert, dessen Schale und Cotyledonen ergriffen werden. Wenn die Samenschale schon eine gewisse Widerstandskraft erlangt hat, so wird nur auf der Schale eine braune oder schwärzliche Stelle hervorgerufen, in der sich das Pilzmycel findet. Wenn unter begünstigenden Witterungsverhältnissen der Parasit auftritt, so richtet er unter den Bohnen große Verheerungen an. FRANK hat nachgewiesen, daß die Mycelfäden die Zellen durchbohren und mit ihren Verzweigungen ausfüllen. Auf dem eingesunkenen Gewebe werden die Sporenlager gebildet, und zwar entstehen diese auch hier wieder zwischen Epidermiszellen und Kutikula. Sie erscheinen als kleine schwarze Punkte und entblößen die schmutzigweiße Scheibe, auf der in einem Schleimhäufchen die länglichen, bisweilen etwas gekrümmten Sporen liegen (Fig. 38, *2*). Bringt man Konidien auf eine Bohnenhülse, so keimen sie sofort aus und treiben eine Aussackung, die sich als abgeflachte Anschwellung fest an die Epidermis andrückt und als Appressorium dient. Aus ihm treibt ein feiner Faden, der die Epidermis durchbohrt und im Innern des Gewebes ein Mycel bildet. Da, wie wir sahen, die reifen Samen sehr häufig Pilzflecken besitzen, so ist es sicher, daß die Neuinfektion der Keimpflanzen davon ausgeht. Die Cotyledonen werden nach der Auskeimung solcher pilzbehafteter Samen zuerst befallen, und die sich bildenden Sporenlager verbreiten die Konidien auf die grünen Organe, bis dann die jungen Hülsen infiziert werden können. Man hätte also bei der Bekämpfung der Krankheit dafür zu sorgen, daß nur pilzfreie Bohnen gelegt werden, oder aber, daß die befallenen Samen durch Beizmittel sterilisiert werden. Daneben ist auch natürlich Rücksicht darauf zu nehmen, daß nicht durch zu feuchte Lage oder durch zu dichten Stand die Verbreitung des Pilzes von Pflanze zu Pflanze gefördert wird. Es sind verschiedene Mittel gegen die Fleckenkrankheit in Anwendung gebracht worden, am ehesten läßt sich 0,25 % Uspulin in wäßriger Lösung[1]) empfehlen, O. APPEL[2]) wendet dagegen den Anbau von widerstandsfähigen Sorten an.

Weil sich bisweilen am Rande der Lager dunkle Borsten befinden, so haben BRIOSI und CAVARA den Pilz in die dadurch charakterisierte Gattung *Colletotrichum* gestellt, ob aber mit Recht, kann fraglich erscheinen, da ALLESCHER an dem blattbewohnenden Lager niemals solche Borsten gefunden hat. Ferner glaubt HALSTED durch wechselseitige Infektion bewiesen zu haben, daß unser Pilz mit *Colletotrichum lagenarium* (Pass.) Ell. et Halst. identisch ist. Ob dies richtig ist, müßte noch näher nachgeprüft werden; FRANK hat jedenfalls bei seinen Untersuchungen des Bohnenpilzes die Übertragbarkeit auf Gurken nicht erzielen können. Ich möchte beide Pilze noch nicht ohne weiteres für identisch halten und werde den Gurkenpilz an späterer Stelle gesondert behandeln.

Andere auf Luzerne, Honigklee usw. auftretende Gloeosporien können wir hier übergehen.

---

[1]) C. VON WAHL und K. MÜLLER, Bericht von Augustenberg für das Jahr 1914. Stuttgart 1915.

[2]) Flugblatt n. 60 der K. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstw. 1916.

Eine Anthraknose der Linaceen wird in Holland von *G. lini* Westerd. beim Flachs hervorgerufen. Der Pilz wächst auf den meisten Nährböden und bildet rote Konidienlager aus. Vor allem auf feuchten Nährböden bildet er die Konidien in großen Massen aus. Für die Sporenbildung ist 16° ein Temperaturoptimum, während bei 24° das Luftmycel in reicherer Menge gebildet wird.

Unter den Rutaceen werden die Citrus-Arten von mehreren Vertretern der Gattung befallen, durch die Blattflecken verursacht werden. Obwohl von besonderen Schädigungen nichts berichtet worden ist, werden doch die Blätter durch die Fleckenbildung unansehnlich, und der Fruchtansatz wird wahrscheinlich beeinträchtigt werden. Zu nennen wären *G. intermedium* Sacc., *G. depressum* Penz. Von *G. Spegazzinii* Sacc., das in Argentinien heimisch ist, berichtet F. Noack[1]), daß es in São Paulo die Orangenbäume befallen habe, die bereits durch Schildläuse stark mitgenommen waren. Die von diesem Pilze verursachten Blattflecke sind bräunlich und verbreiten sich weit über das Blatt. Die Ausbreitung des Mycels erfolgt zuerst in der unter der oberen Epidermis liegenden Chlorophyllschicht, nach deren Zerstörung es sich zu dem Schwammparenchym wendet. Sobald das Schwammparenchym zerstört ist, sinkt das Blatt ein und wird brüchig. Die Konidienlager von weißlicher Farbe entstehen zu beiden Seiten des Blattes und stehen ziemlich gleichmäßig verteilt, bisweilen in etwas dichteren Gruppen zusammen auf den Blattflecken. Über die Schädlichkeit dieser Art läßt sich ein sicheres Urteil kaum fällen, da die Schildläuse wohl in erster Linie die Erkrankung der Bäume veranlaßt haben.

Bei den Euphorbiaceen ist eine Krankheit von *Hevea* ziemlich gefährlich geworden, von der Petch[2]) „über das Zurücksterben" der Heveabäume angibt, daß 9—14 jährige Bäume der Krankheit besonders ausgesetzt sind. Es sterben die Gipfeltriebe der Bäume ab, und unterhalb entwickeln sich unter der Epidermis die Fruchtkörper von *G. alborubrum* Petsch. Wird der Gipfeltrieb sofort abgeschnitten, so entwickelt die Pflanze einen neuen Trieb, und die Krankheit erlischt; wenn er aber nicht abgeschnitten wird, so schreitet der Pilz weiter, und schließlich stirbt der ganze Baum ab.

Wir kommen nun zu einer sehr wichtigen Krankheit des Weinstockes, die unter dem Namen Schwarzer Brenner, Pech oder Anthraknose der Reben, Pocken des Weinstockes bekannt und gefürchtet ist. Als Ursache wurde zuerst im Jahre 1873 durch A. de Bary ein Pilz erkannt, den er *Sphaceloma ampelinum* nannte, der aber bereits früher von Passerini *Ramularia ampelophaga* genannt worden war. Der heutige Name ist *Gloeosporium ampelophagum* (Pass.) Sacc., und in neuester Zeit schlagen P. Viala und Pacottet dafür den Gattungsnamen *Manginia* vor, wegen der nachher zu besprechenden, ziemlich weitgehenden Polymorphie der Fruchtformen. Die Krankheit tritt auf allen Teilen des Weinstockes auf, wird aber durch Befall der Blätter und Beeren besonders auffällig. Auf den grünen Teilen der Pflanzen entstehen zuerst braune, ein wenig vertiefte, mit wulstigem, fast schwarzem Rand versehene

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. X, 331.

[2]) T. Petch, Die back of Hevea brasiliensis in Circ. and Agric. Journ. Roy. Bot. Gardens, Ceylon IV, 1910, n. 23.

Flecken, die allmählich an Größe zunehmen. Das Randwachstum erfolgt dabei nicht regelmäßig zentrifugal vorschreitend, sondern an einzelnen Stellen tritt der Rand spitzwinkelig hervor oder springt nach innen zurück, so daß ganz das Bild eines weiterfressenden Geschwüres entsteht. An den jungen Trieben greifen die auftretenden Flecken so schnell um sich, daß sie mitsamt den ansitzenden Blättern vertrocknen und wie verbrannt aussehen. An älteren Trieben geht das Fortschreiten auch nach innen hin, so daß das Holz sehr bald zerstört wird; auch hier erfolgt das Absterben sehr bald. Auf den Blättern wird der braune Teil der Flecken bald abgetötet und bricht nach dem Vertrocknen aus. Wenn das Blatt sehr stark befallen ist, so schrumpft und krümmt es sich vollständig zusammen, indem es sich bräunt. Auf den Beeren können dieselben braunen Flecken auftreten; sie schrumpfen und trocknen bald ein. Die Krankheit ist in den europäischen Weingebieten und wahrscheinlich auch in Nordamerika weit verbreitet und verursacht unter gewissen Umständen einen ganz bedeutenden Schaden. Als begünstigende Momente kommen Feuchtigkeit und zu dichter Stand der Reben in erster Linie in Betracht. Namentlich in feuchten Frühjahren tritt die Krankheit mit großer Intensität auf, um in der Sommerhitze fast ganz zu verschwinden. Als Bekämpfungsmittel hat man die Bespritzung der Stöcke im Winter mit 10—15 % wäßriger Eisenvitriollösung empfohlen Der Erfolg soll bisweilen sehr augenfällig gewesen sein, indem nach der Behandlung in einem einzigen Winter der Schädling verschwand (Fig. 41, *1—4* in Bd. I, S. 302).

Bevor wir die Fruktifikation des Pilzes besprechen, sei noch der Veränderungen gedacht, welche im Gewebe der Reben durch das Mycel hervorgerufen werden. Die jungen Triebe werden von außen infiziert, und das Mycel breitet sich in der Rinde aus, indem das befallene Gewebe abstirbt. Durch das fortdauernde Dickenwachstum wird das abgestorbene Gewebe zerrissen, und es entstehen Wunden, welche die Pflanze durch Korkschichten zu schließen sucht. Die Wunde gewinnt also ein völlig krebsartiges Ansehen. Das Cambium wird zerstört und die Oberfläche des Holzes erhält dadurch ein eigenartiges zerrissenes Aussehen. Von dem Rindengewebe wird ein Teil völlig zerstört, ein anderer zusammengedrückt und völlig geschwärzt. Das Mycel bildet in den so entstehenden Rissen und Furchen zuerst Konidienträger, dann aber (oft auch ohne vorhergehende Fruktifikation) Sklerotien aus.

Der weitere Entwicklungsgang, wie er sich namentlich in Kulturen abspielt, ist neuerdings von P. Viala und P. Pacottet[1]) untersucht worden, deren Arbeiten ganz ähnliche Resultate wie bei *G. nervisequum* ergeben haben. Die am längsten bekannte Fruchtform wird durch Sporenlager repräsentiert, welche die Epidermis durchbrechen und die kleinen, hyalinen, einzelligen Sporen verstreuen (Fig. 38, *4*). Die Sterigmen stehen sehr dicht und sind nur sehr kurz. Außerdem kommen sowohl in der Kultur wie auf den krebsigen Stellen der Zweige einfache Konidienträger und Koremien vor, die ähnliche Konidien wie die Sporenlager abschnüren. Bereits de Bary hatte gefunden, daß in den Flecken des Brenners gegen den Winter zu auch Pykniden auftreten, deren Zugehörigkeit er unentschieden lassen mußte. Jetzt ist es durch die Arbeit der beiden französischen Forscher sichergestellt, daß zweierlei

[1]) Sur la culture et le développement de l'Anthraknose in Revue de Viticulture 1904 und Nouvelles recherches sur l'Anthraknose. l. c. 1905.



Fig. 38. Anthraknosen.

1—2 Gloeosporium Lindemuthianum Sacc. et Magn. *1* Habitus der Flecken auf Bohnen, natürl. Gr.; *2* Querschnitt durch ein Sporenlager, 175:1. *3 G. caulivorum* Kirch. Querschnitt durch ein Sporenlager, 575:1. *4—6 G. ampelophagum* (Passer.) Sacc. *4* Querschnitt durch ein Sporenlager, 450:1; *5* Teil eines Schnittes durch eine Mikropyknide, *6* durch eine Makropyknide, 500:1. *7—8 Cylindrosporium padi* Karst. *7* Querschnitt durch ein noch geschlossenes Sporenlager, vergr.; *8* Rand eines reifen Sporenlagers, stark vergr. (*1—2* nach Frank, *3* nach Kirchner, *4—6* nach Viala und Pacottet, *7—8* nach Arthur.)

Pykniden in den Entwicklungskreis gehören. Die einen mit sehr kleinen, länglichen Sporen (Mikrokonidien, Fig. 38, *5*) und die anderen Phoma-artigen Pykniden mit größeren Sporen (Makrokonidien, Fig. 38, *6*). Die Bildung der letzteren erfolgt auf gewissen Kulturmedien an der Spitze schwarzer rhizomorphenähnlicher Stränge; die Pykniden werden durch die feinen Fäden umhüllt, ohne dadurch unsichtbar zu werden. Bis hierhin dürfte wohl kaum ein Zweifel an der Zusammengehörigkeit der geschilderten Fruchtformen zu hegen sein. Viala und Pacottet haben aber noch weitere Entwicklungsglieder in der Kultur gezüchtet, die den Hefen und Cysten von *G. nervisequum* analog sind. Auf zuckerhaltigen Nährmedien werden die Mycelzellen kleiner und plasmareicher, bis sie schließlich kuglig sind, eine ziemlich dicke Membran zeigen und sich voneinander lösen. Aus diesen „Riesenzellen“ sollen nun Hefen hervorgehen, welche längliche Gestalt besitzen und meist eine Zuspitzung auf einer oder selten beiden Seiten zeigen. Zwischen den Hefezellen finden sich bei älteren Kulturen auch Dauerzellen, welche mit doppelter, brauner Membran versehen sind und bei der Keimung die innere Membran hervorstülpen; daraus geht entweder ein Keimschlauch oder eine Sproßhefe hervor. Die Hefen bilden nun gelegentlich Sporen, können aber auch mit Mycelfäden auskeimen. Eine Rückverwandlung der Hefen in fruktifizierendes Mycel von *G. ampelophagum* ist aber noch nicht gesehen worden. Am Mycel entstehen ganz ähnliche Cysten wie beim Platanenpilz; in ihrem Innern werden eine oder mehrere Sporen gebildet, welche wieder zu Mycel auskeimen. An den Mycelien werden auch häufig Ketten von Chlamydosporen gebildet. Perithecien sind bisher nicht bekannt geworden. Was also hier an den von den französischen Forschern gefundenen Resultaten auffällt, ist wieder das Auftreten von zwei Sporangienformen im Entwicklungskreis eines Pilzes. Setzen wir also die Resultate als richtig voraus, so würden zweierlei Sporangienfrüchte zusammengehören. Nach allem, was wir bisher über Ascomycetenentwicklung kennen, muß man einem solchen Ergebnis sehr skeptisch gegenüberstehen, zumal der wichtigste Punkt, die Rückverwandlung der Hefen resp. der Cysten in das konidientragende Mycel, nicht hervorgehoben wird. Man tut deshalb am besten, wenn man diesen Teil der Arbeit noch auf sich beruhen läßt, da er erst anderweitige Bestätigung erforderlich hat. An diese Resultate anknüpfend, hat P. Vuilemin[1]) von neuem das Problem der Abstammung der Hefen aufgerollt, aber meiner Ansicht nach hat er außer den zweifelhaften Viala-Pacottetschen Ergebnissen nichts angeführt, was seine Ansicht, daß die sporenbildenden Saccharomycesarten den Fungi imperfecti zuzuzählen seien, bestätigen könnte. Ehe nicht eine Bestätigung von unabhängiger dritter Seite erfolgt, ist man berechtigt, den behaupteten Zusammenhang in Zweifel zu ziehen. Als ein wirksames Bekämpfungsmittel hat sich die winterliche Behandlung mit einer stark sauren Lösung von Eisenvitriol im Caplande bewährt. Auf 110 Pfund Eisenvitriolkristalle nimmt man 1 Quart Schwefelsäure und 22 Gallonen Wasser und trägt die Mischung mit Besen, die aus Lappen zusammengesetzt sind, so auf, daß die ganze Pflanze damit gründlich angefeuchtet wird. Wie weit andere Mittel dagegen helfen, läßt sich aus der großen Literatur, welche diese Krankheit hervorgebracht hat, nicht entnehmen.

---

[1]) Revue générale des Sciences. 1906, p. 214.

Bei den Tiliaceen kommt auf der Linde eine Krankheit vor, die durch *G. tiliae* Oudem. verursacht wird. R. LAUBERT[1]) hat über diese Lindenerkrankung, die häufig in großem Umfange auftritt, genauere Beobachtungen angestellt, aus denen angegeben sei, daß die Linden im Mai auf den Blättern viele vereinzelte, runde, helle und scharf umgrenzte Flecken bekommen. Die davon ergriffene Blattsubstanz vertrocknet. An den Blattstielen besitzen die Flecken schwärzliche Färbung und sind nicht scharf umrandet. Wenn an solchen Stellen das Gewebe schwindet, so knickt der Blattstiel um, und das Blatt wird durch die eigene Schwere vom Stiele abgebrochen. Bisweilen geht die Fleckenbildung auch auf die jungen Zweige, und zwar hauptsächlich auf die unteren Teile des Jahrestriebes über und kann auch hier ein Umknicken oder Vertrocknen der Zweige zur Folge haben. Auf den Flecken treten als dunkle Punkte die Sporenlager auf, deren blaßbraune Scheibe durch Zerreißen der deckenden Epidermisschicht frei wird. Die Krankheit ist in Mitteleuropa nicht selten und kommt nicht bloß an älteren Linden, sondern auch in Baumschulen vor. Bekämpfungsmittel sind noch nicht bekannt.

Die Cactaceen beherbergen mehrere Arten, doch sind bisher größere Schädigungen aus den Gewächshäusern noch nicht gemeldet worden, könnten aber unter günstigen Bedingungen jederzeit auftreten. So wurden in Oberitalien an *Cereus triangularis* das *G. cerei* Passer. und an *Cereus nycticalus* das *G. amoenum* Sacc. beobachtet. Von nordamerikanischen Treibhäusern ist *G. opuntiae* Ell. et Ev. auf *Opuntia brasiliensis* bekannt geworden. Am schädlichsten scheint *G. amoenum* zu sein, da die ergriffenen Zweige schnell absterben.

Bei den Ericaceen ergreift *G. rhododendri* Briosi et Cav. die Blätter von kultivierten Rhododendron-Arten, namentlich von *R. ponticum* und ähnlichen. Die Blätter bekommen sehr große, unregelmäßige, gezonte und dann abtrocknende Flecken, auf denen die schwarzen, runzeligen, konzentrisch angeordneten Sporenlager sitzen. Näheres ist bisher nicht bekannt geworden. Ein gefährlicher Feind der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) ist das *G. myrtilli* Allesch., das nach den Beobachtungen von G. WAGNER[2]) schon im Frühjahr die Blätter befällt und sie bis zum Juli vollständig abtötet. Die Sporenlager stehen zerstreut auf beiden Blattseiten und besitzen weißliche Färbung.

Unter den Oleaceen haben die Früchte der Olive (*Olea europaea*) in Portugal von *G. olivarum* d'Alm. zu leiden. Die von J. V. D'ALMEIDA[3]) genauer untersuchte Krankheit wird Gaffa (Grind) genannt und zeigt sich besonders lästig auf den reifen oder fast reifen Oliven. Es tritt zunächst auf der Fruchtoberfläche eine kleine, etwa kreisrunde Einsenkung auf, auf der kleine Erhöhungen erscheinen, die zuletzt aufreißen und die schleimigen, orangefarbenen Konidienmassen freilassen. Der vertiefte Flecken wächst und kann das ganze Mesocarp ergreifen, das davon hart und lederig wird. Die Sporenmassen bedecken das Ganze mit einem roten oder braunen Überzug, der sich in Wasser schnell auflöst. Die erkrankten Oliven fallen leicht von ihren Stielen ab. Die Krankheit tritt nicht überall regelmäßig auf, sondern richtet

---

[1]) Eine wichtige Gloeosporium-Krankheit der Linden in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XIV, 1904, S. 257.

[2]) *Gloeosporium Myrtilli*, ein gefährlicher Feind von *Vaccinium Myrtillus* in Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. VI, 1896, S. 198.

[3]) La gaffa des olives en Portugal in Bull. Soc. Myc. de France XV, 1899, S. 90.

je nach der Feuchtigkeit größere oder kleinere Schäden an. Sie erscheint vom August ab und erreicht ihren Höhepunkt während der Herbstregen im Oktober, besonders in feuchten Jahren. Bekämpfungsmittel sind nicht bekannt.

Bei den Solanaceen findet sich auf Tomatenfrüchten das *G. phomoides* Sacc.[1]). Auf den reifen Tomaten treten schwarze, stecknadelkopfgroße Erhöhungen auf, in deren Innern sich das Fruchtlager befindet. Die Lager bleiben eingesenkt und öffnen sich nach außen nur durch einen halsförmigen Gewebeteil; dadurch gewinnen sie ganz den äußeren Anschein von echten Pykniden. Die Pykniden selbst entstehen in einem stromaartigen Gewebe, welches in den Epidermiszellen wuchert und sie sowie die darunter liegenden Gewebeschichten zerstört. Bisweilen, aber viel seltener, entsteht auch das stromatische Lager oberflächlich, und die Fruchtlager verlieren dann das pyknidenartige Aussehen. Außerdem treten noch gefärbte, sehr unregelmäßig gestaltete Chlamydosporen auf, die sofort keimfähig sind. Guéguen hat den Pilz kultiviert und in der Kultur Sporenlager und Chlamydosporen erhalten. Impfungsversuche ergaben, daß der Pilz nur durch Verwundungen in die Frucht eindringen kann. Das Mycel wuchert zuerst zwischen den Zellen und entsendet in dieselben Zweige, welche den Zellkern zerstören und dadurch den Tod der Zelle herbeiführen. Der Schaden, der durch den in Amerika und in Westeuropa beobachteten Pilz angestiftet wird, ist wohl kaum bedeutend, obwohl in Fällen, wo durch äußere Veranlassungen Wunden an den Früchten erzeugt werden, gewiß auch ausgedehntere Beschädigungen kaum ausbleiben werden.

Die Cucurbitaceen beherbergen zwei Arten, von denen die häufigere *G. lagenarium* (Pass.) Sacc. die Gurken und Melonen befällt und mit *G. Lindemuthianum* (siehe oben S. 110) identisch sein soll. Die Früchte zeigen braune, eingesunkene, fast kreisrunde Flecken, auf denen die Sporenlager des Pilzes gebildet werden. Die Sporen werden als schleimige, hellrötliche Ranken oder Kugeln ausgestoßen. Auch die Blätter werden häufig befallen und bekommen braune Flecken. Der Schädling tritt besonders in Treibhäusern nicht selten auf und läßt sich nur durch Vernichten der erkrankten Pflanzen und sorgfältige Reinigung der Häuser ausrotten. Im Freilande wurde er ebenfalls beobachtet; hier übt er besonders bei feuchter Witterung seine zerstörenden Wirkungen aus. Die Kürbisse werden von einer verwandten Art befallen, *G. orbiculare* Berk., die vielleicht mit der ersteren identisch ist.

In der äußeren Gestaltung ist die Gattung *Colletotrichum* Corda (*Steirochaete* A. Braun et Casp.) dem soeben besprochenen *Gloeosporium* außerordentlich ähnlich. Der Hauptunterschied beruht nur darin, daß die Lager am Rande von langen, dunklen Borstenhaaren eingefaßt sind, die bei Gloeosporium typischerweise fehlen. Trotzdem scheint auch dieses Merkmal nicht immer zuverlässig zu sein, weil verschiedene Gloeosporien hierhergestellt werden, nachdem man gelegentlich Randborsten gefunden hatte (vgl. *G. Lindemuthianum*, *lagenarium* u. a.).

Als Feind des Zuckerrohrs (red rot) tritt *C. falcatum* Went auf Java, Indien, Hawaii-Inseln, Queensland, Mauritius, Westindien und

---

[1]) Vgl. F. Guéguen, Recherches anatomiques et biologiques sur le *Gloeosporium phomoides* Sacc., parasite de la Tomate in Bull. Soc. Myc. de France XVIII, 1902, S. 312.

südliche Vereinigte Staaten auf. Es verursacht den roten Brand in den Stengeln. Diese zeigen auf dem Längsschnitt rote Verfärbungen der inneren Gewebepartien, in die bisweilen weiße Flecken eingesprengt sind; später wird der Stengel hohl, und es tritt das Mycel in dem Hohlraum reichlich auf. Äußerlich zeigt der Stengel nur wenig Zeichen der Krankheit, dagegen vertrocknen nach Zerstörung der Blattbündel die Blätter. Bei älteren Pflanzen vermag der Pilz nur durch Wunden oder an alten Blattbasen einzudringen, an jüngeren Exemplaren dagegen scheint er die Gewebe auch ohne Verletzungen anzugreifen. Bekämpfungsmittel sind nicht bekannt, der angestiftete Schaden dürfte ziemlich groß sein, wenn nicht die Bekämpfung durch Auswahl gesunder Sorten einsetzte.

Kultivierte Anthurien können von *C. anthurii* Delacr. befallen werden und bekommen dadurch gelbliche Flecken. Obwohl bisher noch keine größeren Schädigungen bekannt geworden sind, so könnte doch leicht unter begünstigenden Verhältnissen in den Kulturhäusern eine ausgedehntere Erkrankung der Blätter eintreten. Auf *Ficus elastica* schmarotzt auf den Blättern *C. elasticae* (Cke. et Mass.) Koord.[1]) (*Gloeosporium elasticae* Cke. et Mass., *Colletotr. ficus* Koord.). Der Pilz bringt seine rötlichen Konidienlager, die bald mit, bald ohne Randborsten sein können, auf Blattflecken hervor. Das Gewebe stirbt bald ab, und das Blatt geht bei stärkerem Befall zugrunde. Die im Freien bisher nur auf Java, Brasilien und in Ostafrika beobachtete Art kommt auch in Gewächshäusern in Deutschland und England vor.

F. L. Stevens und J. G. Hall[2]) haben auf *Ficus carica* in Nordcarolina eine Art beschrieben, die auf den kranken Feigen gefunden wurde und durch ihre Sporenproduktion eine Rosafärbung der Flecken verursacht. Die Autoren nennen sie *C. carica* und unterscheiden sie von der *C. elasticae* durch die Form der Sporen.

Der Spinat leidet in Nordamerika unter dem Angriff von *C. spinaciae* Ell. et Halst., das auf den Blättern Flecken erzeugt. Die Krankheit trat auch in Oberitalien auf, wo sie Voglino[3]) einer Untersuchung unterwarf.

Von Leguminosen dürfte einer Krankheit des roten Klees und der Luzerne zu gedenken sein, die von *C. trifolii* Bain et Essary[4]) verursacht wird. Es ist bisher noch nicht gelungen, sie zu verhüten oder zu bekämpfen. Die Krankheit breitet sich allmählich im Staate Tennessee aus.

Auf Leguminosen findet sich im Salzseetal im Staate Utah auf *Trifolium pratense* und *T. hybridum* der *C. destructivum* O'Gara[5]), der die Blätter, Blattknoten und -stiele befällt und die Blütenstände vertrocknen läßt.

Auf Citrus tritt *C. gloeosporioides* Penz. auf. Dieser in Italien und Griechenland zuerst beobachtete, im südlichen Nordamerika weit verbreitete[6]) Pilz, der den Bäumen nur geringen Schaden zufügt, tritt nach F. Noack[7]) in Südbrasilien an Orangenbäumen im Botanischen

---

[1]) Verhandl. Kon. Ak. van Wetensch. to Amsterdam 2 s. Deel XIII n. 4, 1907.
[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIX, 1909, S. 65.
[3]) R. Accad. di Agricolt. LVI, Torino 1913, S. 377.
[4]) Journ. of Mycology 1906, S. 192.
[5]) Mycologia VII, 1915, S. 38.
[6]) Essig in Pomona Coll. Journ. of Econ. Bot. I, 1911, n. 1.
[7]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. X, 329.

Garten zu São Paulo ziemlich verderblich auf. Die Zweigspitzen waren vertrocknet und zeigten ebenso wie die noch grünen Ästchen lange streifenförmige Flecken, die nach dem noch gesunden Gewebe zu mit einem braunen Wulst abgegrenzt waren. Die Blätter hatten fast weiße, rundliche Flecken mit erhabenem braunen Rande. Auf dem vertrockneten Gewebe sitzen die Sporenlager des Pilzes. Im Freien tritt der Pilz weniger verheerend auf; Bekämpfungsmittel sind unbekannt.

Wichtig ist eine Krankheit der Malven, die sowohl in Europa wie in Nordamerika den kultivierten Malven den größten Schaden zufügt. A. Braun[1]) und Caspary haben diese Krankheit zuerst genauer beobachtet und genauer beschrieben. Sie nannten den schädigenden Pilz *Steirochaete malvarum*; E. A. Southworth[2]) stellte dann die Art zu *Colletotrichum*, nachdem er selber eine ähnliche Krankheit in Nordamerika beobachtet hatte und den Schädling *C. althaeae* benannt hatte. Auf den Blättern treten braune Flecken auf, die sich ausbreiten und sie zum Vertrocknen und Verwelken bringen. Bisweilen treten diese Flecken auch auf dem Blattstiel auf, wodurch das ganze Blatt dann zum Absterben gebracht wird. An älteren Pflanzen zeigen sich am Stengel oder am Blattstiel eingesunkene Stellen von gelbbrauner bis schwarzer Färbung. Im allgemeinen heilen bei trockenem Wetter die Wunden aus, bei nassem dagegen nimmt die Bakterienfäule überhand und tötet die Pflanzen schnell ab. Der Schädling tritt unter Umständen so verheerend auf, daß die Kultur der Malven und Althaeen in Frage gestellt wird. Southworth hat den Pilz in künstlicher Kultur bis zur Sporenbildung gebracht und die Krankheit künstlich auf Malvenblätter übertragen. Fungicide haben bei der Bekämpfung wenig genützt, so daß wir bisher kein sicheres Mittel besitzen, um den Pilz abzutöten. Eine ähnliche Art, die vielleicht sogar mit *C. malvarum* identisch ist, sucht die Baumwollenpflanze in Nordamerika heim und wurde von Southworth als *C. gossypii* bezeichnet. Der Pilz kommt auf allen Teilen von *Gossypium* vor, ist aber bisher nur wenig bekannt geworden, obwohl er in Tiflis und Brasilien bekannt ist.

Bei den Sterculiaceen findet sich auf dem Kakao die Krülloten-ziekte[3]), welche durch anormale Äste auffällt, indem der Ast stark hypertrophiertes Wachstum zeigt. Er kann das Sechsfache eines gewöhnlichen Astes erreichen, die Oberfläche ist oft wellig, und am dicksten bleibt der basale Teil. Die Blätter bleiben schlaff und sind gewöhnlich dunkler als an den normalen Ästen. Ferner bildet die Achsenknospe sehr früh Seitenzweige, und die Blattbasen fallen nicht ab, der Zweig wächst mehr oder weniger vertikal und stirbt sehr bald ab. Es können aber die Krülloten auch aus Gipfelknospen entstehen. Das sogenannte Durchwachsen beruht nicht auf natürlicher Gesundung, sondern auf der unvollständigen Erkrankung eines Zweiges. Endlich zeigt sich die Krankheit im Verhärten und Schwarzwerden der Früchte. Bei leichterer Erkrankung tritt die Krankheitserscheinung in Flecken auf, die gelblich-grün bei der unreifen, braun bei der reifen Frucht erscheinen. Went erkannte *C. luxificum* als Urheber der Krankheit. Bei geringer Feuchtigkeit entwickelt der Pilz Stroma, bei Feuchtigkeit

---

[1]) Über einige neue oder weniger bekannte Krankheiten der Pflanzen. Berlin 1854.

[2]) A new hollyhock disease in Journ. of Mycol. VI, 1890, S. 45 u. 115.

[3]) C. J. J. van Hall und A. W. Drost in Dep. van Landbouw in Suriname. Bull. n. 16, 1909.

dagegen Konidien. Als das Mittel gegen die Krankheit erwies sich das Ausscheiden aller infizierten Teile, selbst der ganzen Krone. Die übrigbleibenden Teile müssen desinfiziert werden.

Die kultivierten Stiefmütterchen leiden in Nordamerika bisweilen durch den Angriff von *C. violae* R. E. Sm. Auf den Blättern treten kleine gelbliche Flecken auf, die absterben und sich allmählich vergrößern. Sie sind von einem schwarzen Rande umgeben. Die Krankheit geht auch auf die Kronblätter über und verhindert den Samenansatz. Der Teestrauch wird von *C. camelliae* Mass. befallen und arg beschädigt. Durch Entfernung und Verbrennen der erkrankten Blätter kann man der Krankheit Einhalt tun. Bisher ist der Pilz nur aus Ceylon bekannt geworden. Das Gartenlöwenmaul (*Antirrhinum majus*) wird in Amerika von *C. antirrhini* Stew. heimgesucht, das auf den Stengeln und Blättern ei- oder kreisförmige, vertiefte Flecken erzeugt[1]). Bespritzen mit Bordeauxbrühe hat gut geholfen, ebenso ist es empfehlenswert, Stecklinge nur von ganz gesunden Pflanzen zu nehmen.

Auf Kaffeeblättern und -zweigen wächst in Süd- und Zentralamerika *C. incarnatum* Zimm. [= *C. coffeanum* Noack[2])]. Die Blattflecken sind rundlich oder, wenn am Rande hinziehend, länglich, braun, später weißlich werdend und ohne konzentrische Streifung. Auf den Zweigen werden die Flecken länglicher und sind von einem erhabenen Wulst eingefaßt. Die Fruchtkörper entstehen in den Flecken und sitzen besonders an den Zweigen meist nur auf bereits völlig dürren Partien. Solange die Fruchtkörper noch jung sind, fehlen die Borsten vollständig, erst in späterem Alter zeigen sie sich. Aus diesem Grunde ist der Pilz wahrscheinlich identisch mit *Gloeosporium coffeanum* Delacr., das demnach nur ein jüngeres Stadium vorstellen würde.

Auf Solanaceen ist im Salzseetal in Utah auf den unterirdischen Stengelorganen von Kartoffeln ein Pilz gefunden worden, der unter der Epidermis sich ausbreitet und sklerotienartige Körper ausbildet, *C. solanicolum* O'Gara[3]). Es fragt sich, ob der Kartoffelschädling weiter verbreitet ist und vielleicht eine Krankheit verursacht, die Beachtung verdienen könnte.

Endlich sei noch des Pilzes gedacht, der die kultivierten Cucurbitaceen befällt. *C. oligochaetum* Cav. wurde zuerst in Oberitalien an jungen Keimpflanzen von Wassermelonen beobachtet. Später hat dann Cavara den Schädling auch auf anderen Melonen und auf Flaschenkürbissen beobachtet, wo er auch Blätter und Früchte ergreift und sich durchaus nicht auf die Kotyledonen beschränkt; gefunden wurde er dann weiter in Rußland, Deutschland, Ungarn. Auch auf Melonenkulturen in Frankreich tritt der Parasit nicht selten auf und gab Delacroix[4]) Gelegenheit, ihn genauer zu studieren. Wenn die Keimpflanzen angegriffen werden, so entstehen an den Kotyledonen oder Stengelchen einsinkende Flecken, die schnell den Tod des Pflänzchens herbeiführen. Die älteren Pflanzen leisten dem Angriffe länger Widerstand, weil er sich auf ihnen langsamer ausbreitet. Auf den Stengeln der Melonen entstehen verlängerte, gelbliche, schlecht begrenzte Flecken, während die der Blätter eine bräunlichere Färbung besitzen. Die Früchte bekommen weißgelbe, in die Tiefe fressende Stellen, in

---

[1]) Vgl. Stewart in New York Agr. Exp. Stat. Geneva. Bull. n. 179, 1900.
[2]) Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, 202.
[3]) Mycologia VII, 1915, S. 38.
[4]) Bull. Soc. Mycol. de France X, 1894, S. 162.

denen die Gewebe vollständig zersetzt sind. Auch hier vollenden Bakterien das von dem Colletotrichum eingeleitete Zerstörungswerk. Die Melonen kommen natürlich nie zur Reife, sondern gehen vorher schon zugrunde. Bei der großen Schädlichkeit des Parasiten werden Bekämpfungsmittel empfohlen: Anwendung von Bordeauxbrühe, Kultur auf Boden, der noch nicht für die Melonenkultur diente, usf. Mir ist nicht bekannt, ob diese Mittel Erfolg gehabt haben. Bekanntlich traten in Schweden auf Gurken *Cladosporium cucumerinum*, *Cercospora melonis* und *Colletotrichum oligochaetum* verheerend auf. Eriksson[1]) untersuchte die Krankheiten und fand als Mittel gegen die erste und letztere das folgende empfehlenswert: Man halte die Gurken nicht zu trocken und ziehe auf Grundstücken oder in Gewächshäusern, in denen die Krankheiten aufgetreten sind, erst nach 2—3 Jahren wieder Gurken. Den infizierten Erdboden spritze man mit einprozentiger Formalinlösung. Auch Samen soll man nicht ernten, falls man nicht die Möglichkeit besitzt, den Samen zu untersuchen; ebenso beziehe man keinen gekauften Samen.

Die Gattung *Myxosporium* Link legt ihre Sporenlager unter der Epidermis von Zweigen der Holzpflanzen an und bringt kein eigentliches Gehäuse zur Ausbildung. Bei nassem Wetter werden die Lager feucht und schleimig und besitzen stets helle Färbung. Während man bisher die Arten für harmlos hielt, wies E. Rostrup[2]) nach, daß mehrere Arten für ziemlich gefährliche Parasiten zu gelten haben. So treten häufig auf Birn- und Apfelbäumen die beiden Arten *M. piri* Fuck. resp. *M. mali* Bres. schädigend auf, indem sie auf den grünen Zweigen oder am Stamm verfärbte und einsinkende Flecken auf der Rinde erzeugen. *M. devastans* Rostr. vernichtet oft junge Birkenkulturen. *M. abietinum* Rostr. ergreift Stämme von Koniferen wenig oberhalb der Bodenfläche und veranlaßt bisweilen das Eingehen der Bäume. *M. lanceola* Sacc. tritt an jungen Eichenzweigen schädigend auf, *M. carneum* Lib. ebenso an jungen Rotbuchen. So wären noch andere Schädlinge von Waldbäumen zu erwähnen, über die in der angegebenen Literatur das Nähere eingesehen werden mag.

Zu den Phaeosporeae gehört die Gattung *Melanconium* Link, deren Sporenlager unterrindig entstehen und kegel- oder scheibenförmige Gestalt besitzen. Die einzelligen Sporen sind fast kuglig, rußfarben und werden in schwarzen Klumpen oder Ranken abgesondert, so daß davon das Substrat geschwärzt wird. Die meisten Arten leben rein saprophytisch, bemerkenswert ist nur *M. fuligineum* (Scrib. et Viala) Cav. (*Greeneria fuliginea* Scrib. et Viala). Der Pilz wurde auf Weinbeeren zuerst in Nordamerika gefunden, wo er die als „bitter rot" bezeichnete Krankheit verursacht. Später fand ihn Cavara auch in Italien und F. Noack[3]) in Südbrasilien. Die Erkrankung der Beeren tritt meist erst kurz vor der Reife in die Erscheinung, indem die Oberhaut runzlig wird. Die Beeren schrumpfen vollständig ein und bleiben am Stock hängen. Meist in diesem Zustande, seltener wenn die Beeren noch prall sind, entwickeln sich dann unter der Oberhaut die schwarzen Sporenlager des Pilzes. Noack hat nun beobachtet, daß die Sporen, solange die Lager noch unter der Epidermis sich befinden, in einer

[1]) Centralbanstalt. för försöksväsende på jordbruksområdet. Bot. Afd. n. 6, 1913, p. 6.

[2]) Tidsskr. for Skovvaesen 1902, S. 92; Plantepatol. S. 584.

[3]) Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IX, 4.

hellrosa Ranke ausgestoßen werden und hyalin sind. Erst wenn die Lager über die Epidermis hervorgetreten sind, werden die Sporen etwas kleiner und hell olivengrün. Wir haben also hier den Fall, daß der Bitterfäulepilz gleichsam erst ein Gloeosporiumstadium durchläuft, ehe er seine typischen Sporen bildet. Auch Gemmenbildung tritt gelegentlich auf. Bei abnorm feuchter Witterung werden auch die Traubenstiele und die jungen Triebe befallen. Auch das Aussehen der Beeren ist bei feuchtem Wetter ein anderes; sie erscheinen prall und strotzend und trocknen erst später zusammen, in trockenem Klima allerdings bieten sie das oben geschilderte Aussehen. Die Krankheit richtet bisweilen ziemlichen Schaden an; Bekämpfungsmittel sind nicht bekannt.

Die Gattung *Marssonina* P. Magn. (= *Marssonia* Fisch.) bewohnt ausschließlich Blätter und besitzt zweizellige, hyaline Sporen. Die Sporenlager sind lange oder immer von der Epidermis bedeckt. Die meisten Arten verursachen wohl kaum nennenswerten Schaden, wie z. B. *M. juglandis* (Lib.) P. Magn., die auf Walnußblättern graugelbe, braun umrandete Flecken erzeugt. Klebahn[1]) züchtete daraus die Perithecienform *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not. In Japan trat an Apfelbäumen eine Braunfleckenkrankheit der Blätter auf, die sich durch rundliche, braune Flecken auszeichnet und auf den Pilz *M. mali* (P. Henn.) P. Magn.[2]) zurückführen läßt. Die Krankheit ließ sich übertragen und wurde durch Bordeauxbrühe bekämpft. Ein wirklicher Schädling ist *M. Panattoniana* (Berl.) P. Magn. auf dem Kopfsalat[3]) in Italien, in Ungarn und bei Guben. Die Salatblätter zeigten nach der Mittelrippe kreisrunde, 2—3 mm große Flecken, die innen weiß und am Rande braun sind und allmählich zusammenfließen, so daß das ganze Blatt schließlich fault. Zuletzt wird der ganze Kopf davon ergriffen und für den Genuß unbrauchbar. *M. medicaginis* (Voss.) P. Magn.[4]) fand sich auf den Stengeln von *Medicago sativa*, wo sie eine neue Krankheit erzeugt. *M. secalis* (Oud.) P. Magn. verursacht auf den Blättern von Gerste, Roggen und anderen Gräsern grauweiße, längliche braunberandete Flecken, die unterseits die kleinen Sporenlager erzeugen. Es ist nicht bekannt, ob der Pilz größeren Schaden anzurichten vermag.

Unter den Hyalophragmiae wäre die Gattung *Septogloeum* Sacc. zu erwähnen. Die kleinen, blassen Sporenlager durchbrechen die Epidermis und erzeugen die länglichen, hyalinen, drei- und mehrzelligen Sporen. Die Arten kommen auf Blättern und jungen Zweigen vor und sind teilweise gefährliche Parasiten. *S. Hartigianum* Sacc.[5]) verursacht die Zweigdürre des Feldahorns. Im Frühjahr sterben ohne äußerlich sichtbare Veranlassung junge Zweige des Feldahorns plötzlich ab, ohne daß die Entwicklung der Knospen vor sich gehen kann; tiefer gelegene Äste zeigen dagegen normales Ausschlagen. In der Rinde und bisweilen auch im Holz wächst das Mycel des Schädlings, das im Mai die Sporenlager in Gestalt von länglichen graugrünen Linien bildet. Die Neuinfektion der jungen Zweige geht sofort vor

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVII, 1907. S. 223.

[2]) Miyake in The Botanic. Magaz. XXI, 1907, S. 1, 39.

[3]) A. N. Berlese, Un nuovo marciume dell' insalata in Riv. di patol. veg. III, 339.

[4]) J. Lind, S. Rostrup u. F. Kölpin Ravn in Tidsskr. Planteavl. XXII, 1915, S. 267.

[5]) R. Hartig, Ein neuer Parasit des Feldahorns in Forstl. naturwiss. Zeitschr. 1892, S. 289.

sich, und das Mycel wächst während des Sommers im Zweige, ohne daß es äußerlich bemerkbar wäre. Die Dürre der Maulbeerbäume, in Italien „fersa“ genannt, verursacht *S. mori* Briosi et Cav.[1]). Auf den Blättern werden gelbe, braun umrandete Flecken gebildet, auf denen die Sporenlager unter der Epidermis angelegt werden. Bisweilen geht der Pilz auch auf die Blattstiele und jungen Zweige über, wo er sogar überwintert. Im Herbste tritt dann die als *Phleospora moricola* Pass. bezeichnete Sporenform auf. Der Schaden, den der Parasit verursacht, bezieht sich weniger auf die Bäume als auf die Seidenraupenzucht, da die kranken Blätter von den Raupen nicht genommen werden. Aus den Infektionsversuchen der beiden unten genannten Autoren geht hervor, daß die Blätter bei genügender Feuchtigkeit und Wärme leicht infiziert werden können. Als Bekämpfungsmittel wird die Bespritzung der Bäume mit Bordeauxbrühe, und zwar zur Herbstzeit, empfohlen. Das epidemische Auftreten der Krankheit scheint hauptsächlich durch Witterungsverhältnisse bedingt zu sein, namentlich durch Regen und Nebel, während in Süditalien, wo meist trockenes, heißes Wetter herrscht, die Krankheit ungleich seltener ist. Auf der Quitte erzeugt *S. cydoniae* (Mont.) Pegl. eine Blattdürre, die aber wenig schädigend zu wirken scheint. Ein gefährlicher Feind der Ölpflanze *Arachis hypogaea* auf Java, Ceylon und Indien ist nach Raciborski[2]) *S. arachidis* Racib. Die Blätter bekommen runde, in der Mitte braunschwarze, am Rande schmal hellgelb berandete Flecken und sterben bald ab. Dadurch werden die Felder oft auf weite Strecken hin vollständig entblättert. Durch die trockenen Blätter verbreitet sich der Pilz, und namentlich die vier Monate alten Pflanzen sind besonders gefährdet. Durch Desinfektion der Früchte kann man die Krankheit verhüten.

Ebenfalls zu den Hyalophragmiae gehörig ist die Gattung *Pestalozzina* Sacc., die sich von der nachher zu besprechenden *Pestalozzia* nur durch die Sporenfarbe unterscheidet. Erwähnt sei *P. Soraueriana* Sacc. auf *Alopecurus pratensis*[3]). Die Blätter werden von der Spitze her gebräunt und verdorren, wodurch der Blütenansatz fast völlig unterdrückt wird. Die Sporenlager werden auf beiden Seiten der Blätter gebildet und enthalten die hyalinen, meist vierzelligen Sporen, die entweder spindel- oder rübenförmig sind. Die oberste etwas ausgezogene Zelle trägt die hyalinen Borsten.

Von den Phaeophragmiae sind verschiedene Gattungen verbreitet und wegen ihrer Krankheiten, die sie auf Nährpflanzen verursachen, wichtig. Es kommt zuerst die Gattung *Coryneum* Nees in Frage. Wenn wir von *C. perniciosum*, dem Erreger der Tintenkrankheit der Edelkastanie, der zu einer *Melanconis* gehört, absehen, so ist *C. mori* Nomura[4]) wichtig genug, um Erwähnung zu finden. Der Pilz tritt in Kaschmir an Maulbeerbäumen und *Celtis caucasica* auf und greift die kleineren Zweige an, gewöhnlich an der Basis und um den Zweig herumgehend. Die schwarzen Pilzpolster brechen aus rechtwinkeligen Rissen der Rinde hervor. Die Eingangsstellen sind Wunden, die am Baume durch die Tätigkeit des

---

[1]) G. Cuboni e U. Brizi, La fersa del gelso in Bollett. di Notiz. agrar. XVIII, 1896, S. 321.

[2]) Pflanzenpathologisches aus Java in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VIII, 66; P. Petch in Circ. and Agric. Journ. of the Roy. Bot. Gardens, Ceylon III, 1906, n. 21; E. J. Butler in Agric. Journ. of India IX, 1914, S. 59.

[3]) P. Sorauer, Phytopathologische Notizen in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 213.

[4]) E. J. Butler in Mem. of the Dep. of Agric. in India II, n. 8, 1909.

Menschen leicht erzeugt werden, aber vermieden werden können, wenn nur mit einem scharfen Messer die Zweige beschnitten werden.

Die Gattung *Pestalozzia* de Not. besitzt scheiben- oder kissenförmige, schwarze Sporenlager, die unter der Oberhaut ausgebildet werden und dann hervorbrechen. Die Sporen sind länglich, drei- bis mehrzellig, dunkel gefärbt; bisweilen sind die Endzellen hyalin, an der Spitze stehen eine oder mehrere hyaline Borsten. Unter den zahlreichen Arten der Gattung finden sich viele, welche gefährliche Parasiten sind. Einer der bekanntesten Schädlinge ist *P. Hartigii* Tub., welche die Einschnürungskrankheit an jungen Holzpflanzen hervorruft. Die Krankheit zeigt sich äußerlich dadurch an, daß die Stämmchen dicht über dem Boden eine Einschnürung zeigen, an der die Rinde allmählich vertrocknet. Sehr häufig zeigen die Partien ober- und auch unterhalb der Einschnürungsstelle noch eine Zeitlang fortgesetztes Wachstum, dann wird durch das zugewachsene Holz die Rinde aufgesprengt. Allmählich tritt eine gelbe Verfärbnng des Laubes ein, und die ganze Pflanze stirbt ab. K. v. Tubeuf[1]), der die Krankheit zuerst genauer studierte, fand in der Rinde Mycel, das die Sporenlager entwickelt. Die Sporen sind vierzellig, die beiden mittleren Sporenzellen zeigen dunkelbraune Färbung, während die obere und basale, welche viel kleiner sind, keinerlei Färbung besitzen. An der Endzelle befinden sich zwei bis drei hyaline Anhängsel. Bei der Reife trocknen die hyalinen Zellen meist zusammen, und man findet dann nur noch die beiden braunen mittleren Zellen. v. Tubeuf beobachtete die Krankheit zuerst an jungen Fichten und Tannen, später wies Rostrup sie auch bei Buchensämlingen in Dänemark und Lagerberg in Schweden nach. Seither hat man auch bei anderen Waldbäumen, wie Erlen, Ahorn, ganz analoge Erscheinungen gefunden, durch die unter Umständen ein großer Schaden an den jungen Pflanzen angerichtet wird.

Eine ähnliche Erkrankung kann auch *P. funerea* Desm. an *Chamaecyparis, Juniperus* und anderen Koniferen veranlassen. Im allgemeinen findet sich die Art als harmloser Saprophyt, bisweilen aber tritt sie stark schädigend auf, indem sie an den Ästen oder Stämmchen Einschnürungsringe erzeugt. Die oberhalb liegenden Teile der Pflanze sterben ab. Bekämpfungsmaßregeln kennt man nicht. An *Abies*-Arten im Berliner Botanischen Garten wurden an der Spitze der Äste gallenartige Verdickungen beobachtet, deren Ursache die *P. tumefaciens* P. Henn. sein soll. Die genaueren Beweise dafür, daß die Art wirklich der Erreger der Gallen ist, steht noch aus, doch wird die Tatsache dadurch wahrscheinlich, daß Temme[2]) nachgewiesen hat, daß für die Holzkropfgallen bei Weiden die *P. gongrogena* Temme als Erreger anzusehen ist. Allerdings wäre die Möglichkeit immer noch gegeben, daß diese gallenartigen Anschwellungen Insekten ihre Entstehung verdanken, worauf dann erst die Pestalozzien sich angesiedelt haben.

Bei kultivierten jungen Exemplaren von *Corypha australis* kommt häufig eine Erkrankung vor, die von P. Sorauer[3]) auf *P. fuscescens* Sor. zurückgeführt wird. Die Pflanzen verlieren ihre dunkelgrüne Färbung und nehmen ein graues, manchmal fast milchglänzendes Aussehen an; dann beginnen einzelne Blätter gelb zu werden, und gleichzeitig bemerkt

---

[1]) Beiträge zur Kenntnis der Baumkrankheiten. 1888.
[2]) Landwirtsch. Jahrb. 1887.
[3]) Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 2. Aufl. II, 399.

man eine deutliche Wurzelerkrankung. Einzelne Blattstellen zeigen helldurchscheinende, schwarz umrandete Flecken, in deren Zellen das Chlorophyll zerstört ist und die später dunkelbraun werden. An den Blattstielbasen ist das Gewebe eingesunken (Fig. 39 bei *a*) und bildet napfförmige Vertiefungen mit schwarzen, halbkugligen, punktförmigen, glänzenden Auftreibungen, welche die Lager des Pilzes darstellen (Fig. 39 bei *b*). Die Konidien sind fünfzellig, die mittlere Zelle ist am größten und zeigt die dunkelste Färbung, die oberste Zelle trägt zwei bis drei hyaline Borsten (Fig. 40). Eine Varietät dieser Art, welche Wakker *forma sacchari* nennt, kommt auf Java an Zuckerrohr vor und verursacht eine Blattfleckenkrankheit. Der angerichtete Schaden scheint nicht besonders groß zu sein. Auf *Phoenix dactylifera* findet sich *P. phoenicis* Grev.; Genaueres ist über den Pilz nicht bekannt.

Auf *Lupinus Cruikshanksii* und *L. mutabilis* kommt *P. lupini* Sor. vor[1]). Die Kotyledonen sowie auch die Blattzipfel zeigten rostbraune Flecken, die sich schnell über die ganze Pflanze ausbreiteten und sie zum Absterben brachten. Wenn die Pflanzen erst eine gewisse Größe erlangt hatten, so wurden zwar die unteren Blätter noch infiziert, aber die Erkrankung tat der Fruchtbildung keinen wesentlichen Abbruch. Der Ausbruch der Erkrankung war besonders durch das feuchte Wetter gefördert worden. Die Sporen des auf den Flecken sich findenden Pilzes sind fünf- bis sechszellig und rauchgrau gefärbt. Nur die oberste Sporenzelle ist hyalin und trägt drei bis vier hyaline Borsten. Merkwürdig ist, daß die auf benachbarten Beeten stehenden Arten *L. albus* und *luteus* von der Krankheit ganz verschont blieben.



Fig. 39. Durch *Pestalozzia fuscescens* Sor. erkrankte *Corypha*-Pflänzchen. (Nach Sorauer.)

Viele Gewächshauspflanzen mit lederigen, glänzenden Blättern, wie *Camellia japonica*, *Citrus*, *Magnolia*, *Rhododendron*, *Thea* u. a. leiden unter dem Angriff von *P. Guepini* Desm. Die Blätter bekommen große, helle Flecken, die von einem dunkleren Saum umgeben werden. Auf den Flecken entstehen die Sporenlager, deren Sporen in Schleim eingebettet sind. Die drei mittleren Zellen sind dunkel gefärbt, die Endzellen dagegen hyalin. Beim Auskeimen entspringen aus den drei Zellen der Sporen je ein Keimschlauch. Die befallenen Blätter fallen vorzeitig ab. Der Pilz ist nicht bloß auf kultivierten Pflanzen bekannt, sondern tritt auch als arger Schädling beim Teestrauch auf, indem er den grauen Brand erregt. In den teebauenden Ländern Südasiens ist er

---

[1]) Wagner, F., u. P. Sorauer, Die Pestalozzia-Krankheit der Lupinen in Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. VIII, 266.

nicht selten. Als ein arger Feind hat sich *F. palmarum* Cke.[1]) bei der Kokospalme gezeigt. Er ist in den paläotropischen Ländern bis Ostafrika und dem Bismarckarchipel verbreitet. Auf der Unterseite der Blätter werden hellbraune Flecken hervorgebracht, die auf der Oberseite grau werden. Es werden fünfzellige Konidien, von denen die obere und untere Zelle hyalin sind, gebildet und bilden beim Auskeimen ein bis zwei Keimschläuche aus. Trotz der Gefährlichkeit der Erkrankung hat man bisher noch kein durchgreifendes Mittel, um sie zu bekämpfen. *P. uvicola* Speg. kommt auf unreifen Beeren in Norditalien vor.



Fig. 40. Schnitt durch ein Sporenlager von *P. fuscescens* auf *Corypha*.
e Epidermis, *g* Gefäßbündel, *st* Pilzgeflecht, *z* zerstörtes Gewebe. *m* Mycel, *a*—*i* Sporen in verschiedenen Stadien der Auskeimung. (Nach SORAUER.)

italien vor. Sie ist festgestellt in Nordamerika von J. A. WOLF[2]). Weitere Arten kommen auf lebenden Blättern wildwachsender Pflanzen vor und können hier übergangen werden.

Eine Vertrocknung der Nadelspitzen von *Abies pectinata* erzeugt in den Vogesen *Toxosporium abietinum* Vuill. Nach den Untersuchungen P. VUILLEMINS[3]) sind die Sporenlager sehr klein, fast linsenförmig und brechen hervor. Die Sporen sind bogenförmig gekrümmt und bestehen aus drei je zweizelligen Abschnitten, von denen der mittlere dunkel-

[1]) CH. BERNARD in Bull. de Dép. de l'Agricult. aux Indes néerland. n. VI, 1907.
[2]) Nebraska State Repert. 1907, p. 69.
[3]) Quelques champignons arboricoles nouveaux ou peu connus in Bull. Soc. Myc. de France XII, 1896, S. 33.

farbig, die beiden äußeren hyalin sind. Der an den Bäumen entstehende Schaden scheint nicht bedeutend zu sein.

Unter den Scolecosporae mit wurmförmigen Sporen wäre die Gattung *Cylindrosporium* Ung. zu erwähnen. Die bekannteste Art, *C. padi* Karst., ist ein gefährlicher Schädling der Prunus-Arten. Während der Pilz in Europa meist nur auf *Prunus padus* auftritt, befällt er in Nordamerika die Blätter der Kirchen-, Pflaumen-, Weichselkirschbäume und daneben noch von vielen wildwachsenden Arten[1]). Mitte Mai, oft auch noch später, entstehen auf den Blättern rötliche oder etwas bleiche Flecken auf der Oberfläche. Die ursprünglich punktkleinen, runden Flecken vergrößern sich schnell, fließen auch bisweilen zusammen und bringen das Blatt zum Absterben. Bei Pflaumen und Kirschen brechen die Flecken aus, und die Blätter erscheinen durchlöchert; bei Kirschen tritt das Ausbrechen seltener ein. Auf der Blattunterseite erscheinen in Form von Pusteln die Sporenlager, welche von der Epidermis sehr lange bedeckt bleiben (Fig. 38, *7*, *8*) und die Sporen aus einem Loche dieser deckenden Schicht in Ranken entlassen. Die Sporen sind meist einzellig, fadenförmig, häufig gebogen und bisweilen durch sogenannte falsche Scheidewände in zwei oder mehr Abteilungen zerlegt. Der Schaden wird durch die vorzeitige Entblätterung der Bäume hervorgerufen, so daß in Nordamerika schon oft im August die Pflaumenbäume kahl stehen. Besonderss schädlich wirkt er in Baumschulen, und nach Pammel verhindert er stellenweise das Aufziehen von Kirschensämlingen. Die verschiedenen Kirschen- und Pflaumensorten werden in ungleichem Maße befallen, so daß einzelne Sorten fast immun genannt werden können. Für die Bekämpfung des Pilzes scheint aber dieser Umstand deshalb wenig Bedeutung zu haben, weil ja diese immunen Sorten nicht überall gedeihen und unter ungünstigen Verhältnissen wahrscheinlich auch disponiert sein können. Gute Erfolge hat die mehrmalige Bespritzung mit Bordeauxbrühe gehabt. Daneben muß das abgefallene Laub entfernt werden. Von Bedeutung dürfte aber, namentlich bei uns, wo das kultivierte Steinobst noch nicht zu leiden hat, die Fernhaltung von *Prunus padus* von den Baumschulen sein, da es leicht geschehen könnte, daß der Schädling sich von diesem Baume den kultivierten Prunus-Arten anpaßt. Für die Verhütung und das übermäßige Auftreten der Krankheit scheinen die Witterungsverhältnisse eine wichtige Rolle zu spielen.

Als besondere Art hat Allescher das *C. Tubeufianum*[2]) abgetrennt, weil es nur die Früchte von *Prunus padus* befällt. Wie Aderhold aber richtig bemerkt, sind die Unterschiede von *C. padi* so gering, daß sie wohl ganz auf Rechnung des veränderten Substrates gesetzt werden können.

Beiläufig sei noch bemerkt, daß eine Phoma und eine Ascusform zugleich auf den Flecken beobachtet worden sind; doch reichen die bisher bekannten Tatsachen zur sicheren Unterbringung dieser Pilze nicht aus, auch nicht zum Beweise für die wirkliche Zugehörigkeit zu *C. padi*.

---

[1]) Vgl. über Entwicklung und Bekämpfung: H. Pammel, *Cylindrosporium Padi* Karst. in Jowa Agric. Exp. Stat. Bull. n. 13 und R. Aderhold in Landwirtsch. Jahrb. 1901, S. 805, wo die weitere Literatur angegeben ist.

[2]) v. Tubeuf, Pflanzenkrankheiten, S. 504.

An der Edelkastanie erzeugt *C. castanicolum* (Desm.) Berl. (= *Septoria castanicola* Desm.) eine Blatt- und Fruchtdürre[1]). Auf den Blättern entstehen vom August ab zuerst unterseits kleine rostbraune Flecken, von denen sich mehrere vereinigen und sich oberseits mit einem gelben, später wieder verschwindenden Rande umgeben. Wenn die Flecken die Blattsubstanz zwischen den Nerven ergriffen haben, so vertrocknen die Blätter und rollen sich eigenartig spiralig zusammen. In diesem Zustande färben sich die Flecken schwarz und heben sich dadurch scharf ab. Da die Blätter meist abfallen, so werden die jungen Früchte ihres Schutzes gegen die Sonnenstrahlen beraubt und vertrocknen deshalb; häufig geht auch der Pilz auf sie über, indem er die Stacheln oder Teile der Fruchtwandung rötet und später schwärzt. Auf den Flecken entwickeln sich in Pusteln die Sporenlager, die hier auch bedeckt bleiben. Die fädigen, hyalinen Sporen sind drei- bis vierzellig und bringen nach der Keimung verzweigte Konidienketten hervor. Die Krankheit trat in Mittelitalien 1893 zum ersten Male in bemerkenswerter Weise hervor und nahm dann einige Jahre später, wahrscheinlich infolge der kühlen und regnerischen Witterung, einen solchen Umfang an, daß in einzelnen Gegenden die Ernte vollständig vernichtet wurde. Außer dem Verbrennen der abgefallenen Blätter, in denen das Mycel lange lebensfähig bleibt, besitzen wir kein Mittel zur Bekämpfung des Pilzes.

Auf *Dioscorea batatas* und *D. japonica* trat auf den Blättern, Blattstielen und Stengeln in Japan *C. dioscoreae* Mijab. et Ito[2]) auf. Es treten im Herbst beiderseits der Blätter zuerst gelbliche, endlich schwarzbraune mit dunklem Rande umgebene Flecken auf, die zu unregelmäßigen, verfärbten Flächen zusammenfließen. Die Stengel werden hypertrophiert, die Blätter trocken und schrumpfen ein. Eine ganze Reihe anderer Arten verursacht bei Bäumen Abfallen der Blätter, so *C. saccharinum* Ell. et Everh. beim Zuckerahorn in Nordamerika, *C. orni* (Pass.) Pegl. bei *Fraxinus excelsior* und *ornus* in Italien, *C. quercus* Sorok. bei Eichen im Kaukasus usw.

Zum Schluß wäre bei dieser Abteilung noch *Cryptosporium* Kze. zu nennen, dessen scheibig-kegelige Sporenlager von der Oberhaut bedeckt bleiben. Die Sporen sind lang-spindelförmig, gekrümmt und ohne Scheidewände. Die meisten Arten sind Saprophyten. Es kann aber *C. minimum* Laub.[3]) auf den Ästen der Kletterrosen zu den Parasiten gerechnet werden; er kommt auf den Flecken von vorjährigen Ästen vor in Deutschland. Ferner kann *C. leptostromiforme* J. Kühn eine gefährliche Lupinenkrankheit veranlassen[4]). Der Pilz bildet an den Lupinenstengeln eingesenkte, schwarze Stromata, in denen die Sporenlager entstehen. Das Aufspringen dieser Lager findet mit einem fast halsartigen Mündungsteil statt. Durch Impfversuche ließ sich eine parasitäre Natur des Schädlings leicht nachweisen, und gleichzeitig konnte Fischer auch zeigen, daß der Pilz während des Winters sich auf den am Boden liegenden Stengeln saprophytisch auszubreiten vermag. Dagegen geht der Pilz auf den Düngerhaufen zugrunde. Für die Bekämpfung der Krankheit ergäbe sich daraus, daß der Anbau der Lupinen nicht auf verseuchten Feldern fortgesetzt werden darf, sondern

---

1) A. N. Berlese, Il seccume del Castagno in Riv. di Pat. veg. II, 1893, S. 194.
2) Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. IV, 1912, S. 8.
3) R. Laubert in Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. XIX, 1907, S. 163.
4) Vgl. M. Fischer, Das *Cryptosporium leptostromiforme* etc. Bunzlau 1893.

auf einige Jahre unterbrochen werden muß. In der Nähe von erkrankten Feldern dürfen keine Lupinen gebaut werden, und endlich müssen die erkrankten Stengel als Streu verwendet werden, damit der Pilz während des Winters auf der Dungstätte zugrunde geht.

3. Hyphomycetes.

Auf S. 82 waren die Merkmale, welche die Hyphomycetes von den übrigen Ordnungen der Fungi imperfecti unterscheiden, bereits kurz auseinandergesetzt worden. Während die Konidienträger bei den Sphaeropsideen in geschlossenen Fruchtkörpern und bei den Melanconieen in bestimmt charakterisierten Lagern zusammentreten, bilden die H. ihre Konidienträger einzeln aus. Damit soll nicht gesagt sein, daß es nicht unter Umständen vorkommen kann, daß dichte Rasen entstehen; aber diese sind dann niemals von besonders differenzierten Hüllen umgeben, sondern zeigen sich stets als Konglomerate von Trägern, welche dicht parallel nebeneinander stehen. Ich erinnere an die Konidienlager von *Tubercularia* oder *Monilia*, die niemals mit solchen von *Gloeosporium* oder ähnlichen Formen zu verwechseln sein werden, selbst wenn ursprünglich das Mycel im Pflanzenteil wuchert und die Konidienträger in lagerartiger Decke durchbrechen sollten. Außerdem sind hier fast durchgängig die Konidienträger reicher differenziert. Wir treffen einfache Träger, die an der Spitze eine oder mehrere Konidien bilden, wie *Oidium;* indessen meistens findet eine mehr oder weniger reichliche Verzweigung statt, die am besten mit den Blütensystemen der höheren Pflanzen verglichen werden kann. Die rein traubigen Systeme sind nicht selten, wie etwa bei *Penicillium*, daneben aber finden wir alle möglichen cymösen Anordnungen sowie unregelmäßige rispenartige Konidienstände. Die der hier zu besprechenden Gattungen werden Beispiele dafür bringen.

Das Mycel der Hyphomyceten zeigt stets Verzweigung und Scheidewandbildung; Schnallenbildungen kommen nur sehr selten vor. Wenn wir diese wenigen Fälle, die uns hier nicht interessieren, beiseite lassen, so können wir mit Sicherheit behaupten, daß wir in den H. Nebenfruchtformen von Ascomyceten vor uns haben. Von vielen ist die höhere Fruchtform bekannt geworden; ich erinnere an *Monilia* und *Sclerotinia*, *Fusicladium* und *Venturia*, *Aspergillus* und *Eurotium* usw., aber die meisten Formen stehen noch völlig isoliert und lassen sich kaum vermutungsweise dem System der Schlauchpilze einreihen.

Wir können zwei Typen von Mycelien unterscheiden, der eine zeigt hyaline Fäden, der andere dagegen graue, braune oder schwarze. Dieses Merkmal ist für die weitere Einteilung, wie wir sofort sehen werden, verwertet worden.

Die Konidien werden teils unmittelbar am Mycel oder an kurzen, wenig differenzierten Seitenästen gebildet oder entstehen in den meisten Fällen an besonderen, meist aufrechten, einfachen oder verzweigten Trägern, deren Form zur Charakterisierung der Gattungen und Arten dient. Die Spitze eines Trägerastes bildet entweder eine einzelne Konidie oder mehrere nacheinander, so daß dann die erste beiseite geschoben wird. Vielfach verkleben die nacheinander gebildeten Konidien durch Schleim miteinander zu einer Kugel, die dem Trägerscheitel aufsitzt. In vielen Fällen findet eine Kettenbildung von Konidien statt, indem die Konidien reihenweise hintereinander zusammenhängend bleiben.

Hier lassen sich wieder zwei Typen unterscheiden; entweder ist die äußerste Konidie einer Kette die älteste, d. h. der Scheitel läßt ununterbrochen neue Konidien hervorsprossen und bildet so die Kette (z. B. *Aspergillus*, *Penicillium*), oder die äußerste Konidie ist die jüngste, d. h. der Scheitel produziert nur eine Konidie, und diese läßt an ihrem Grunde eine zweite hervorgerossen usf. (z. B. *Cladosporium herbarum*). In letzterem Falle entstehen häufig Verzweigungen, wenn eine Konidie in zwei aussproßt, und wir bekommen dann dendritische Konidiensproßsysteme. Neben den Konidien kommen auch chlamydosporenartige Bildungen vor, oder die abgefallenen Konidien sprossen zu hefeartigen Systemen aus.

Die Farbe und Form der Konidien kann sehr mannigfaltig sein; meist entspricht die Farbe der des Mycels, aber es können auch an hyalinen Mycelien dunkle Konidien entstehen. Außer einzelligen Konidien kommen alle Arten von geteilten vor. Ein besonderer Typus der Konidienbildung wird durch die sogenannten Büchsenkonidien dargestellt. Wenn wir uns vorstellen, daß der Scheitel eines sporenabschnürenden Fadens mit einer hohen kragenartigen Membran umgeben wird, so scheinen die am Scheitel abgeschnürten Konidien aus einer Büchse hervorzukommen. Wir finden diese Modifikation vorzugsweise bei den Chalareen.

Die meisten Hyphomyceten wachsen saprophytisch und interessieren uns nicht weiter. Andere aber kommen auf lebenden Pflanzen vor und erzeugen allerhand Krankheiten, namentlich Blattflecken. Die Kenntnis dieser Erkrankungen liegt noch sehr im argen, und es bedarf noch intensiver Arbeit, um die Lebensverhältnisse dieser Parasiten zu klären und die Mittel zu ihrer Bekämpfung zu finden.

Wir teilen die ganze Gruppe in folgende Unterabteilungen ein:

A. Konidienträger stets getrennt voneinander, ebenso auch die vegetativen Hyphen nur ein lockeres Geflecht bildend:

- a) Hyphen und Konidienträger hyalin oder hell gefärbt, ähnlich auch die Konidien — I. Mucedinaceae.
- b) Hyphen, Konidienträger und Konidien dunkel gefärbt, seltener eines davon hyalin — II. Dematiaceae.

B. Hyphen und Konidienträger miteinander verklebt oder verbunden:

- a) Hyphen und Konidienträger ein Coremium bildend — III. Stilbaceae.
- b) Hyphen und Konidienträger lagerartige Polster, häufig mit stromatischer Unterlage bildend, aber nie mit differenziertem Hüllgewebe versehen — IV. Tuberculariaceae.

Die Abgrenzungen dieser vier Unterabteilungen sind durchaus nicht immer scharf; namentlich finden sich bei den Tuberculariaceen Formen, deren Stellung vorläufig mehr konventionell ist als wirklich natürlich. Die weitere Einteilung geschieht dann nach der Teilung der Sporen und bei den beiden letzten Unterabteilungen auch nach der Farbe. Die Namen dieser Gruppen ergeben sich aus dem auf S. 83 angeführten Sporenschema.

Mucedinaceae.

Unter den Hyalosporae wäre zuerst die von COSTANTIN aufgestellte Gattung *Myceliophthora*[1]) zu erwähnen. Die einzige Art, *M. lutea*, erzeugt die von den französischen Züchtern als Maladie du blanc oder Vert de gris bekannte Krankheit des Champignonmycels. Die Hyphen des Pilzes umspinnen die Mycelfäden des Champignons und bilden polsterförmige, kuglige Massen, welche in der Jugend weiß sind, sich aber dann gelb und zuletzt graugrün färben. An den Hyphen entstehen an kurzen Seitenzweigen meist 2, reihenförmig verbundene Sporen, seltener 3—4. Bisweilen sproßt eine Spore auch aus. Außerdem entstehen im Verlauf der Fäden kuglige Chlamydosporen mit dicker, gelbrauner Membran. Eine ähnliche Krankheit erzeugt *Monilia fimicola* Cost. et Matr. Sie ist unter dem Namen Plâtre bekannt und gefürchtet. Die Mycelien des Parasiten bilden weit ausgedehnte, staubige Rasen, die zuerst weiß sind, aber später rötlich und grau werden. Die sporentragenden Äste entspringen in kleinen Gruppen am Mycel und erzeugen am Ende eine längere Konidienkette. Nebenbei sei bemerkt, daß die unter dem Namen Chanci bekannte Krankheit von den Mycelien der Basidiomyceten *Clitocybe candicans* und *Pleurotus mutilis* erzeugt wird. Als Verhütungsmittel gegen diese Schädlinge, welche der französischen Champignonzüchterei empfindlichen Schaden bereiten, empfiehlt sich die peinlichste Sauberkeit bei der Anlegung der Beete. Die Steintröge dafür müssen sorgfältig gesäubert werden, und der Mist soll einer vorherigen Sterilisation unterworfen werden; verseuchte Brut darf natürlich nicht genommen werden.

Von der soeben erwähnten Gattung *Monilia* Pers. wären die Fruchtmonilien zu nennen, welche als Konidienformen zu *Sclerotinia* gehören. In Bd. I, S. 352 ff. wurden bereits die Beschreibungen der hier in Betracht kommenden Arten gegeben. In gleicher Weise haben wir auch schon die Bekanntschaft der Gattung *Oidium* Link als zugehörig zu Erysipheen gemacht (vgl. I, S. 238 ff.); ich verweise auf die an jener Stelle behandelten Arten.

Erwähnt mag *Cephalosporium* Corda sein, deren häufigste Art, *C. acremonium* Corda (Fig. 41, *1*), sich auf kleineren Pilzen findet. Die an kurzen, einfachen Trägern gebildeten Konidien werden längere Zeit als Köpfchen am Trägerscheitel erhalten. Auf der Kaffeelaus *Lecanium viride* hat ZIMMERMANN als Parasiten das *C. lecanii* Zimm. beobachtet und schlägt zur Vernichtung der schädlichen Tiere vor, sie mit den Sporen dieses Pilzes zu infizieren. Auf dem Zuckerrohr verursacht eine Dörrkrankheit *C. sacchari* Butl.[2]). Die Blätter trocknen bei der halberwachsenen Pflanze ein, das Mark wird schmutzig rot gefärbt, und die Pflanze wird leicht und hohl. Insofern sieht das Krankheitsbild der Rotfäule ähnlich. Die Krankheit kommt bei Calcutta vor, indessen ist die Schädlichkeit geringer als bei der Rotfäule.

In Virginien ist eine Wurzelfäule sehr schädlich, die auf Apfelbäumen in allen Bodenarten und Lagen auftritt. Der Erreger dürfte *Trichoderma Koningi* Oudem.[3]) sein, welcher die Wurzeln schnell abtötet und die Gewebe durchwuchert. Mehrere Gelegenheitsparasiten

[1]) Rev. gén. de Botan. VI, 1894, S. 289.

[2]) E. J. BUTLER und ABDUL HAFIZ CHAN in Mem. of the Dep. of Agric. in India. Bot. Ser. VI, Calcutta 1913, S. 181.

[3]) C. H. CRABILL in Phytopathol. VI, 1916, S. 159.

beherbergt die Gattung *Botryosporium* Corda, deren Konidienträger ziemlich lang sind und in der oberen Hälfte kurze, traubig stehende Ästchen besitzen, an deren Spitze sich 2—3 kleine seitliche Auftreibungen befinden; an diesen erst entstehen in größerer Zahl auf winzigen Sterigmen die hyalinen, ovalen Sporen. Da die Abgrenzung der Arten noch sehr unsicher ist, so gehe ich darauf nicht weiter ein, sondern führe nur die beobachteten Krankheitsfälle an. Für *B. diffusum* (Grev.) Corda gibt A. de Jaczewski[1]) an, daß es im Petersberger botanischen Garten die Zweige von *Casuarina leptoclada* abtötete. V. Peglion[2]) fand *B. pulchrum* Corda (Fig. 41, *2*) als Parasit der Weizenpflanzen. Er konnte aufs überzeugendste dartun, daß der Pilz niemals normale Pflanzen befällt, sondern nur solche, welche bereits eine weitgehende Schwächung zeigten. So wurden sie durch den Angriff von *Tylenchus vastatrix* prädisponiert, ebenso durch abnorme Feuchtigkeit. *B. longibrachiatum* (Oudem.) Maire scheint häufig in Gewächshäusern aufzutreten und in der Wahl seiner Nährpflanzen nicht besonders wählerisch zu sein. F. Rosen konnte bei einer von ihm beobachteten Epidemie die Tatsache konstatieren, daß sich der Pilz von jungen Exemplaren von *Blechnum brasiliense* auf absterbende Teile benachbarter Pflanzen verbreitete. Über Bekämpfungsmaßregeln ist nichts bekannt, doch scheint bei normaler Kultur der Pflanzen der Befall verhindert werden zu können.

Die Gattung *Aspergillus* Mich. (Fig. 41, *3*) beherbergt zwar nur saprophytische Arten, doch scheinen die fruchtbewohnenden Spezies *A. ficuum* (P. Henn.) Wehm. und *A. phoenicis* (Corda) Lindau die Feigen und Datteln vielleicht schon vor dem Abnehmen vom Baume zu befallen. Durch die schwarzen Sporenmassen werden die Früchte ungenießbar und in ihrem Handelswert herabgesetzt. Über Fruchtfäule verursachende Arten von *Aspergillus* und *Penicillium* vgl. I, S. 231. Erwähnen möchte ich hier noch eine Rußfäule des Tabaks in Ungarn, die durch *Aspergillus niger* van Tiegh.[3]) hervorgerufen wurde. Die Krankheit wurde auch in Nordamerika beobachtet. Ferner ist eine Krankheit der Kastanien (*Castanea vesca*) im Apennin in Italien bekannt, bei der *Penicillium crustaceum* (L.) Fr.[4]) eine Rolle spielte. Es sind die Früchte vollständig von den graugrünen Sporen des Schimmels durchsetzt, während die Kotyledonen verdorren und gelblich erscheinen.

Ausschließlich parasitische Arten beherbergt die Gattung *Ovularia* Sacc. (s. Fig. 41, *4*). Das Mycel wuchert im Gewebe des Blattes oder des Stengels und entsendet meist zu den Spaltöffnungen heraus ein Büschel von kurzen, aufrechten Fäden, die an ihrer Spitze einzellige, meist eiförmige, hyaline Konidien bilden. Wenn an der Spitze eine Konidie gereift ist, so wächst der Scheitel seitlich weiter, übergipfelt die erste Konidie und bildet eine neue. Wenn dieser Vorgang mehrmals erfolgt ist, so erscheint der obere Teil des Trägers mit Knicken und Vorsprüngen versehen. Vielleicht gehören die Ovularien zu Mycosphaerellen oder ähnlichen Ascomyceten. Von der großen Zahl von Arten möchte ich nur wenige hervorheben, soweit sie auf Kulturpflanzen vorkommen; aber auch wildwachsende Pflanzen leiden oft in auffälliger Weise unter dem Angriff dieser Parasiten.

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. X, S. 146.
[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, S. 89.
[3]) R. Rapaics in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XXIV, 1914, S. 77.
[4]) V. Peglion in Rendic. Acc. Lincei XIV, 1905, 2 sem., S. 45.

Auf *Rumex hymenosepalus*, der als Canaigre bekannten Farbstoffpflanze, kommt *O. canaegricola* P. Henn. vor. Der Pilz verursacht Blattflecken von bräunlicher Farbe, die im Zentrum fast weiß, am Rande gelbgrünlich sind. Die Blätter gehen bei starkem Befall bald zugrunde,



Fig. 41. Mucedinaceae.

1 Cephalosporium acremonium Corda, *a* Konidienträger, *b* Konidienköpfchen, stärker vergrößert. *2 Botryosporium pulchrum* Corda. *3 Aspergillus niger* Micheli. *4 Ovularia circumscissa* Sorok. *5 Cephalothecium roseum* Corda. *6 Verticillium alboatrum* Reinke et Berthold, Konidienträger aus einem Haar der Kartoffel hervorwachsend. *7 Mycogone rosea* Link. *8 Ramularia armoraciae* Fuck. (*1*, *5*, *8* nach Saccardo; *2*, *7* nach Corda; *3* nach Kerner; *4* nach Sorokin; *6* nach Reinke u. Berthold.)

und die Farbstoffproduktion leidet ungemein. Auf kultivierten Vicia-Arten kommen mehrere nahe verwandte Vertreter der Gattung vor, wie *O. viciae* (Frank) Sacc., *O. Villiana* Magn. usw., doch scheint der

angerichtete Schaden nicht besonders groß zu sein. Auf den Limonienfrüchten wird in Sizilien eine als „Ruggine bianca“ bezeichnete Krankheit beobachtet, wodurch die Früchte wie mit einem graugelblichen Firnis überzogen erscheinen. Die Fruchtschale wird unregelmäßig gefeldert und schuppt stellenweise ab. Nach der Art der Konidienträgerbildung handelt es sich um eine *Ovularia*, die von Briosi und Farneti[1]) als *O. citri* bezeichnet wird. Nähere Nachrichten über den Schaden oder die Bekämpfung stehen noch aus. Außer den genannten Arten finden sich andere auf Primeln, Oxalis, Kürbis usw., die aber zu wenig bekannt sind, als daß sie der Besprechung wert wären.

Die Gattung *Sporotrichum* Link. ist durch eine Art in Nordamerika vertreten, die auf den Knospen von Nelken (*Dianthus caryophyllus*) auftritt. Die Nelken verschimmeln im Knospenstadium, indem sie innen braun werden und nach kurzer Zeit zerstört sind. Es findet sich im Innern *S. poae* Peck.[2]), welcher die Knospen nicht aufblühen läßt. Es ist dabei eine Milbe vorhanden (*Pediculopsis graminum* Reut.), welche mit dem Pilze in Symbiose lebt. Auf dem Grase *Poa pratensis* kommen die beiden Organismen ebenfalls vor, indem sie die Silberspitzigkeit erzeugen. In Thüringen, wo amerikanische Nelken bezogen worden sind, tritt die Krankheit gleichzeitig auf. Es wird dagegen das Vernichten der befallenen Knospen empfohlen, gleichzeitig das Vermeiden großer Feuchtigkeit und gute Durchlüftung der Kellerhäuser. Außerdem ist das Verwenden von Rasenerde bedenklich, da die Milbe mit dem Pilze in derselben auf der Poa vorkommt.

Die Gattung *Botrytis* Mich. ist bei Sclerotinia (I, S. 359 ff.) bereits ausführlich behandelt worden, so daß es sich hier erübrigt, nochmals darauf einzugehen.

Hier wäre die Kolerogakrankheit der Kaffeebäume zu erwähnen, die im amerikanischen, afrikanischen und indischen Kaffeegebiet, in Java und Neukaledonien die größten Verwüstungen hervorbringt. Der Pilz *Pellicularia koleroga* Cooke[3]) ist hauptsächlich vom feuchten Wetter abhängig und befällt in der Regenzeit die Blätter, jungen Triebe und Früchte, indem er eine etwas gelatinöse, abhebbare Haut auf den Blättern und den übrigen Teilen des Kaffees bildet. Sein Mycel besteht aus verzweigten Fäden, an denen sich zahlreiche kugelige, einzellige, hyaline und im Reifestadium warzige Sporen bilden. Man hat das Sammeln und Vernichten der kranken Blätter vorgeschlagen und ein Bespritzen der kranken Teile mit Kalkwasser, dem Kupfervitriol zuzusetzen ist. Die Blätter halten den Kalk noch im Regen ziemlich lange. Näheres ist noch nicht bekannt geworden.

In den letzten Jahren ist *Verticillium alboatrum* Rke. et Berth.[4]) auf den Britischen Inseln aufgetreten (Fig. 41, *6*). Der Pilz bewirkt das Absterben der Kartoffel unter Vertrocknungserscheinungen. Das Mycel sitzt meist in den Holzgefäßen der erkrankten Pflanzen und dringt von da in die Knolle ein, wodurch dann die Krankheit auf die folgende

---

[1]) Sopra una grave malattia che deturpa i frutti del limone in Sicilia in Boll. di Entomol. agr. e Patol. veget. IX, n. 12.

[2]) F. C. Stewart und H. E. Hodgkiss in Genera Agric. Dep. Techn. Bull. n. 7, 1908; E. Molz und O. Morgenthaler in Möllers Deutsche Gärtn.-Ztg. XXVIII, 1913, S. 195.

[3]) Brick im X. Bericht über die Tätigkeit der Abt. f. Pflanzensch. im Botan. Staatsinst. zu Hamburg 1909, S. 239.

[4]) G. H. Pethybridge in the scient. Proc. R. Dublin Soc., N. F. XV, 1916, S. 63.

Generation übertragen wird. PETHYBRIDGE empfiehlt die Verwendnng von gesunden Knollen.

Häufig mit *Monilia fimicola* verwechselt wird *Verticilliopsis infestans* Cost., ein Pilz, der auf den Champignonkulturen weiße mehlartige Überzüge bildet und einen ziemlichen Schaden verursacht. Die Krankheit wird als Faux-plâtre bezeichnet und ist bis jetzt wenig bekannt geworden.

Im Jahre 1907 richtete großen Schaden *Spicaria colorans* van Hall [1]) in Surinam an Kakaobäumen an. Er verursacht die Rotfäule, welche Krebsstellen an Stamm und Zweigen bildet. Neben den Spicaria-Konidien kommen außerdem noch Fusarium-Konidien vor. Ob diese dazu gehören, erscheint nicht sicher. Perithecien wurden aber nie daran gefunden.

Unter den Hyalodidymae wäre zuerst die Gattung *Trichothecium* Link zu erwähnen, deren Art *T. roseum* (Bull.) Link eine Bitterfäule von Früchten erzeugt [2]). Sie ist bei Pflaumen, Birnen, Äpfeln (Baldwin fruit spot genannt), Apfelsinen, Kirschen, Melonen u. a. beobachtet worden, und der Pilz wurde auch auf Taumelgetreide von WORONIN und bei der Brusone-Krankheit der Reispflanze von CAVARA gefunden. Das Fruchtfleisch wird durch das Mycel faulig und nimmt einen bitteren Geschmack an. Im feuchten Raum finden sich auch die zarten Konidienträger, welche einen feinen hellrötlichen Anflug bilden. Sie erzeugen an der Spitze eine birnförmige, zweizellige Konidie, die bei üppiger Ernährung beiseite geschoben wird, wodurch schließlich eine Konidienköpfchen entsteht (Typus der Gattung *Cephalothecium*. Fig. 41, *5*). IWANOFF fand den Pilz auch auf Haselnüssen und Samen von *Pinus cembra* und impfte erfolgreich die Konidien auf Obstfrüchte über. Der Umstand, daß der Pilz sonst gewöhnlich auf modernden pflanzlichen Stoffen, Papier, Mist u. dgl. vorkommt, läßt vermuten, daß es sich bei der Fruchtfäule nur um einen Fall von gelegentlichem Parasitismus handelt, der durch besondere äußere Zustände vorbereitet wird.

Die Gattung *Rhynchosporium* Heinsen [3]) erzeugt bei Roggen, Gerste und Weizen braune Flecken auf den Blättern und bildet ihre Konidienträger in Form eines weißlichen Anfluges aus. Die Träger verzweigen sich unregelmäßig gablig und erzeugen an der Spitze hintereinander etwas birnförmige, längliche, zweizellige Konidien. Bisher ist der Schädling trotz seiner weiten Verbreitung in Deutschland noch wenig beachtet worden; es dürfte aber gut sein, ihn weiter zu studieren.

Eine wichtige Gattung ist *Mycogone* Link (Fig. 41, *7*), welche fast ausschließlich auf Hutpilzen schmarotzt und ihre Lamellen oder Röhren derartig verbildet, daß die Sporenbildung völlig unterdrückt wird. Von mehreren Arten ist wahrscheinlich gemacht worden, daß sie als Chlamydosporenstadien zu *Hypomyces* gehören; interessant ist nun, daß in denselben Entwicklungskreis noch Konidienträger gehören vom Typus von *Verticillium* (Fig. 41, *6*) mit einzelligen Konidien oder *Diplocladium* mit zweizelligen Konidien. Gewöhnlich geht dieses Konidienstadium der

---

[1]) A. E. VAN HALL DE JONGE in Dep. van den Landbouw, Suriname Bull. n. 20, 1909.

[2]) Vgl. K. S. IWANOFF, Über Trichothecium roseum, als Ursache der Bitterfäule an Früchten in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIV, 1904, S. 36.

[3]) Beobachtungen über den neuen Getreidepilz *Rhynchosporium graminicola* in Jahrb. d. Hamburg. Wiss. Anst. 1901.

Mycogonegeneration voraus, während erst ganz zuletzt die Schlauchform erscheint. Die konidientragenden Fäden sind unregelmäßig verzweigt und tragen an Seitenästen die zweizelligen Sporen, die aus zwei etwa kugligen Teilzellen bestehen, deren obere meist höckerig und rötlich, gelblich oder bräunlich gefärbt ist, während die untere hyalin und glatt erscheint. Die wichtigste Art ist *M. perniciosa* Magnus, die in den französischen Champignonzüchtereien die als Môle bekannte, gefürchtete Krankheit hervorruft[1]). Die befallenen Champignons werden in ihrer Entwicklung behindert, indem die Stiele und Hüte eine spongiöse Beschaffenheit annehmen und häufig eine *Scleroderma*-artige Form zeigen. Der Schaden, der durch diese Krankheit angerichtet wird, ist allein für die Pariser Züchtereien jährlich auf etwa 1 Mill. Fr. geschätzt worden. Zur Verhütung wird mit Erfolg eine 2 %ige Lysollösung angewendet, mit der die Betten der Kulturen und die Erde sorgfältig sterilisiert werden müssen; bei feuchten Kellern ist eine zweimalige Vornahme der Operation notwendig. Es empfiehlt sich auch, parasitenfreie, künstlich herangezüchtete Brut zum Belegen der Beete zu verwenden.

Unter den Hyalophragmiae gibt es eine ganze Anzahl von parasitischen Gattungen, wie *Septocylindrium* und *Cercosporella*, die auch Vertreter auf Kulturpflanzen haben. Sie sind aber vorläufig zu wenig bekannt und beachtet, als daß ich sie hier berühren möchte. Wichtiger ist dagegen *Piricularia oryzae* Cav., welche als die Ursache der als Brusone bezeichneten Krankheit der Reispflanze in Südeuropa angesehen werden muß[2]). Zuerst zeigen die Pflanzen ein üppigeres Wachstum, dem aber nach einigen Tagen bereits Erschlaffungserscheinungen folgen. Die Blätter und Halme bekommen gelbe, später sich bräunende Flecken; auch der Blütenstand wird gelb und enthält nur höchst selten fruchtbare Blüten. Am obersten Halmknoten, wo der Blütenstand abzweigt, entsteht eine gelbe, ringförmige Stelle, die allmählich dunkler bis tiefbraun wird. Die Konidien des Schädlings, die auf der Wasseroberfläche schwimmen, gelangen gerade zu der Zeit, wo der Blütenstand aus dem Wasser hervortaucht, auf den Halm und keimen aus. Das Mycel dringt in der Nähe der kurzen Scheidchen, die sich am Knoten befinden, in das Innere ein und entwickelt sich besonders reichlich im Phloemteil der peripher gelegenen Gefäßbündel. Die Konidienträger entwickeln sich in den Achseln zwischen Halm und Scheide, indem sie zu den Spaltöffnungen hervorwachsen. Jeder Träger erzeugt an der Spitze eine oder zwei umgekehrt birnförmige Konidien, die dreizellig sind. Die Krankheit richtet vielen Schaden an, läßt sich aber vorläufig nicht durch besondere Mittel bekämpfen. Wie Brizi[3]) im Jahre 1906 fand, läßt sich die Krankheit nicht auf *Piricularia* zurückführen, sondern infolge ungünstiger Lebensbedingungen ist der Reis physiologisch verändert, ein Parasitismus kommt jedenfalls nicht in Frage.

Wir kommen nun zur Gattung *Ramularia* Ung., welche in ihrer äußeren Formgestaltung etwa der Gattung *Ovularia* entspricht, nur

---

[1]) Vgl. dazu die Arbeiten von Costantin, Dufour, Matruchot und Delacroix, die in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 310; IV, 251; V, 184; VI, 23; XIII, 234 besprochen sind.

[2]) Vgl. Ferraris, Il brusone del riso e la *Piricularia Oryzae* in Malpighia XVII, S. 129; R. Farneti in Rivist. di Patolog. II, 1906, S. 17.

[3]) Annuar. Istiz. Agrar. A. Ponti VI, Milano 1906.

sind die Konidien mehr zylindrisch oder länglich und werden durch Teilungswände in zwei oder noch mehr Zellen geteilt. Unter ihren Arten finden wir sehr viele, welche auf Kulturpflanzen Blatterkrankungen erzeugen. Auf *R. Tulasnei* ist bereits in Bd. I, S. 296 eingegangen worden. Auf den Blättern des Spinates erzeugt *R. spinaciae* Nijp. Flecken, die oberseits blaß, unterseits braun gefärbt sind. Auf Zuckerrüben findet sich *R. betae* E. Rostr. in weiter Verbreitung. Die Flecken sind kreisrund, klein, grünlich, werden dann grauweiß und erhalten einen roten Rand; über den Schaden scheint noch nichts Näheres bekannt zu sein. *R. armoraciae* Fuck. (Fig. 41, *8*) schädigt die Meerrettichkulturen. Die Blätter erhalten ungefähr kreisförmige, bräunliche, zuletzt weiß werdende Flecken. Unterseitig wachsen die Konidienträger in Büscheln aus den Spaltöffnungen heraus und bilden einen feinen weißen Überzug. Bei starkem Befall sieht das Blatt weißscheckig aus und stirbt sehr bald ab. Der durch den geringen Wurzelansatz angerichtete Schaden ist in feuchten Jahren oft nicht unbedeutend. Auf Geranium-Arten, die in den Gärten kultiviert werden, trifft man nicht selten *R. geranii* (West.) Fuck., das die Blätter durch Abtötung der Segmente oder großer Flächen unansehnlich macht. *R. lactea* (Desm.) Sacc. kann den Gartenveilchen und Stiefmütterchen durch Zerstörung der Blätter Schaden zufügen und die Blütenproduktion herabsetzen. Auf *Heracleum sphondylium* tritt in den Gärten nicht selten *R. heraclei* (Oud.) Sacc. auf und verursacht eckige, weiße, trocken werdende Flecken. Auch auf Pastinak und Sellerie kommen Ramularien vor, die aber noch wenig bekannt sind. Eine in Südfrankreich viel Schaden verursachende Artischockenkrankheit hat E. Prillieux[1]) näher studiert; sie kommt auch in Portugal vor. Die Blätter bekommen zahlreiche rundliche, graue Flecken, die mit einem weißen Überzug bedeckt erscheinen und sich so vergrößern, daß bald das ganze Blatt davon bedeckt wird und vertrocknet. Infolge des Blattabsterbens können die Wurzeln nicht mehr die zahlreichen Köpfe ernähren, und das Abtrocknen der letzteren hat einen bedeutenden Verlust für den Züchter im Gefolge. Die Konidienträger der *R. cynarae* Sacc. tragen zylindrische, meist mehrzellige Konidien. Wenn der Sommer trocken ist, so wird das Fortschreiten des Übels gehindert, während bei feuchter Witterung das Verderben der Pflanzen schnell fortschreitet.

Dematiaceae.

Die Formen der D. wiederholen in vieler Beziehung die der vorhergehenden Untergruppe, nur daß die Mycelien dunkel gefärbt sind.

Zu nennen wären von den Phaeosporae einige Gattungen und Arten.

Von den Gattungen *Torula* Pers. (Fig. 42, *1*) und *Hormiscium* Kunze finden sich viele Arten auf lebenden Blättern und Ästchen, indem sie schwarze, rußtauähnliche Überzüge bilden. Daß sie nicht ganz ohne Einfluß auf die Nährpflanze sind, erscheint mir zweifellos; aber die Lebensgeschichte dieser Formen ist zu wenig bekannt, um sie hier näher behandeln zu können.

---

[1]) Maladie des Artichauts produite par le Ramularia Cynarae in Bull. Soc. Myc. France VIII, 1892, S. 144.

Auf Weizen findet sich nach CAVARA[1]) als Parasit *Acremoniella occulta* Cav. Das Mycel kommt in der Markhöhle des Halmes vor und bildet lockere, weiße Schimmelrasen, welche nach außen dünne Konidienträger produzieren, deren grünlich gefärbte Äste akrogen eine braune, kugelige oder ellipsoidische Konidie tragen. Eine ganz ähnliche Art, *A. verrucosa* Togn., hat F. TOGNINI ebenfalls auf Weizen in Oberitalien beobachtet. Genaueres über den Parasitismus beider Arten wissen wir nicht.

Als die Ursache des Schorfes der Bataten (Ipomoea batatas) hat sich der Pilz *Monilochaetes infuscans* Ell. et Halsted[2]) herausgestellt, der seine Zellensporen einzeln an dem braunen Mycel entwickelt. Der Pilz wächst auf der Batate und verursacht durch sein Wachstum in Nordamerika großen Schaden. Er wächst in schwerem und gut gedüngtem Boden auf der Epidermis der Batate, auch während des Lagerns verbreitet er sich weiter, besonders wenn die Häuser feucht und schlecht gelüftet sind.

Als Ursache einer Braunfleckigkeit der Gerste hat H. BRUHNE[3]) das *Hormodendron hordei* Bruhne nachgewiesen, das braune, längliche Flecken verursacht, auf denen die einfachen Konidienträger gebildet werden. Die Konidien hängen kettenförmig zusammen und zeigen ellipsoidische bis längliche Gestalt (s. Fig. 42, *7*). In der Regel besitzen sie ein rauhes Epispor, doch kommt häufig in der Kultur auch ein Schwinden der Granulierung zustande. Der Pilz ist ursprünglich ein Saprophyt, denn er läßt sich leicht in künstlicher Kultur züchten und hat außerordentlich resistente Sporen. Die Infektion der Felder beginnt stets in der Nähe von Schutt- und Müllhaufen und schreitet erst von da mit günstiger Witterung schnell vorwärts. Befallen wird außer der Gerste nur *Hordeum murinum*. Zur Bekämpfung würde es demnach genügen, wenn die Schutthaufen von den Feldern entfernt werden oder in ihrer Nähe keine Gerste gebaut wird, und wenn außerdem *Hord. murinum* möglichst auf den Feldern beseitigt wird. Neuerdings hat sich herausgestellt, daß die Flecken auf den Blättern von Gerste in der Nähe der auf die Felder gefahrenen Haufen von Straßenkehricht nicht durch den Pilz hervorgerufen werden. Diese sind vielmehr Anzeichen einer nichtparasitären Ernährungsstörung (Nekroseflecken) und die mehrfach, aber nicht immer stattfindende Pilzansiedlung eine sekundäre Erscheinung.

Eine besonders merkwürdige Gattung ist *Thielaviopsis* Went[4]), (s. Fig. 42, *2*) deren Art *T. paradoxa* (de Seyn.) v. Höhn. die sogenannte Ananasziekte des Zuckerrohrs und der Kokospalmen in Ceylon und auf Java verursacht. Der Pilz, der vielleicht schon an verschiedenen Stellen früher aufgetreten ist, bildet an aufrechten Seitenzweigen einfache, oidienartige, braune Konidienketten und daneben auf ähnlichen Ästen hyaline Büchsenkonidien, welche in ihrer Form nur wenig von den anderen abweichen. Wie v. HÖHNEL nachwies, führen beide Typen sich auf die Büchsenkonidien zurück, da alle Übergänge zwischen ihnen vorkommen. Äußerlich ist an den erkrankten Zuckerrohrstengeln nicht

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 24.

[2]) J. J. TAUBENHAUS in Journ. Agric. Research XV, 1916, S. 996; L. L. HARTER in l. c. S. 787.

[3]) Zopf, Beitr. IV, 1894.

[4]) Vgl. WAKKER en WENT, De Ziekten van het Suikerriet, S. 44; HOWARD in Ann. of Bot. XVII, 373.

viel zu sehen; macht man aber Längsschnitte, so finden sich einzelne Gefäßbündel rot gefärbt. Diese Rotfärbung nimmt zu und macht schließlich einer Schwarzfärbung Platz, die sich auf die ganze Mittelpartie des Stengels erstreckt. Das Charakteristikum der Krankheit ist der ananasartige Geruch, den der angeschnittene Stengel entsendet. Bei den Palmen[1]) ist die Krankheit ungleich gefährlicher. Aus ihren Ritzen tritt ein brauner Saft heraus, der zuerst einen rostfarbenen, dann einen schwarzen Schorf absetzt. Die Palme stirbt nach kurzer Zeit ab. Die Krankheit wird als Blutungskrankheit der Kokospalme bezeichnet. Da der Pilz auch als Saprophyt auf Ananasfrüchten[2]) und Kokosnüssen gefunden worden ist, so steht zu vermuten, daß er zu den Gelegenheitsparasiten gehört und wohl nur unter besonderen Umständen eine parasitische Lebensweise annimmt. Bei den Palmen wird die Krankheit wohl hauptsächlich durch den Menschen verursacht oder durch kleinere Tiere, wie Iltisse oder Eichhörnchen. Man kennt keine Mittel, um der gefährlichen Krankheit Einhalt zu tun. Man kann höchstens die kranken Stellen mit einem Hammer oder Meißel abschlagen und die Stelle ausbrennen. Dann wird die Wunde mit heißem Teer bestrichen. Auf Puertorico[3]) tritt *Thielaviopsis* als Krankheit der Stecklinge auf. Die Pflanzen müssen vollständig gesund sein und mit schrägem Schnitt in den Stecklingskasten kommen. Es ist auch eine Desinfektion mit Bordeauxbrühe zu empfehlen.

Unter der Phaeodidymae wäre in erster Linie die interessante Gattung *Cycloconium* Cast. zu erwähnen, deren einzige Art *C. oleaginum* Cast. (Fig. 42, *3*) ein gefährlicher Parasit auf den Blättern des Ölbaumes in Italien und Südfrankreich ist. Über den Bau und die Entwicklung sind wir durch eine Arbeit von G. Boyer[4]) gut unterrichtet. Die Blätter bekommen rundliche, schwärzliche Flecken, die sich allmählich zentrifugal vergrößern und meist auf der Oberseite hervortreten. Wenn sich zwei Flecken berühren, so geht die rundliche Form oft in eine polygonale über, und häufig bilden sich an den Berührungslinien schwarze Randsäume. Im Jugendstadium sind die Flecken rein schwarz, später bestehen sie aus drei in der Färbung etwas verschiedenen Zonen, deren äußerste vom sterilen Mycel, deren mittlere von den reifenden Trägern und deren innerste von den völlig reifen Konidien und -trägern eingenommen wird. Das Mycel sitzt nicht im Blattgewebe, sondern in der kutikularen Schicht der Epidermis, von wo aus nur sehr selten einige Fäden bis zwischen die Epidermiszellen laufen. Während am Rande eines Fleckens das Mycel einschichtig ist, wird es gegen die Mitte zu mehrschichtig und bildet ein zelliges Gewebe, das die Kutikula emporhebt und die Epidermiszellen zusammendrückt. An diesem Mycel entstehen in ganz unregelmäßiger Verteilung kurze Ästchen, welche die Kutikula durchbohren und an der Oberfläche des Blattes zu einer kleinen Blase anschwellen. Diese erst stellt den

---

[1]) T. Petch in Circ. and Agr. Journ. Roy. Bot. Gard. Ceylon IV, 1907, n. 8 S. 49, und IV, 1909, n. 22.

[2]) L. D. Larsen in Rep. work of the exp. Stat. Hawaiia sug. plant. assoc. Path. et Physiol. ser Bull. 10, 1910.

[3]) J. R. Johnston in Estac. Experim. de Cañas de la Asoc. de Product. de Azucar. San Juan 1911.

[4]) Recherches sur les maladies de l'olivier; le *Cycloconium oleaginum* in Journ. de Botan. V, 1891, S. 434; vgl. L. Petri in Mem. della Staz. di Patologia veg., Roma 1913, S. 7.

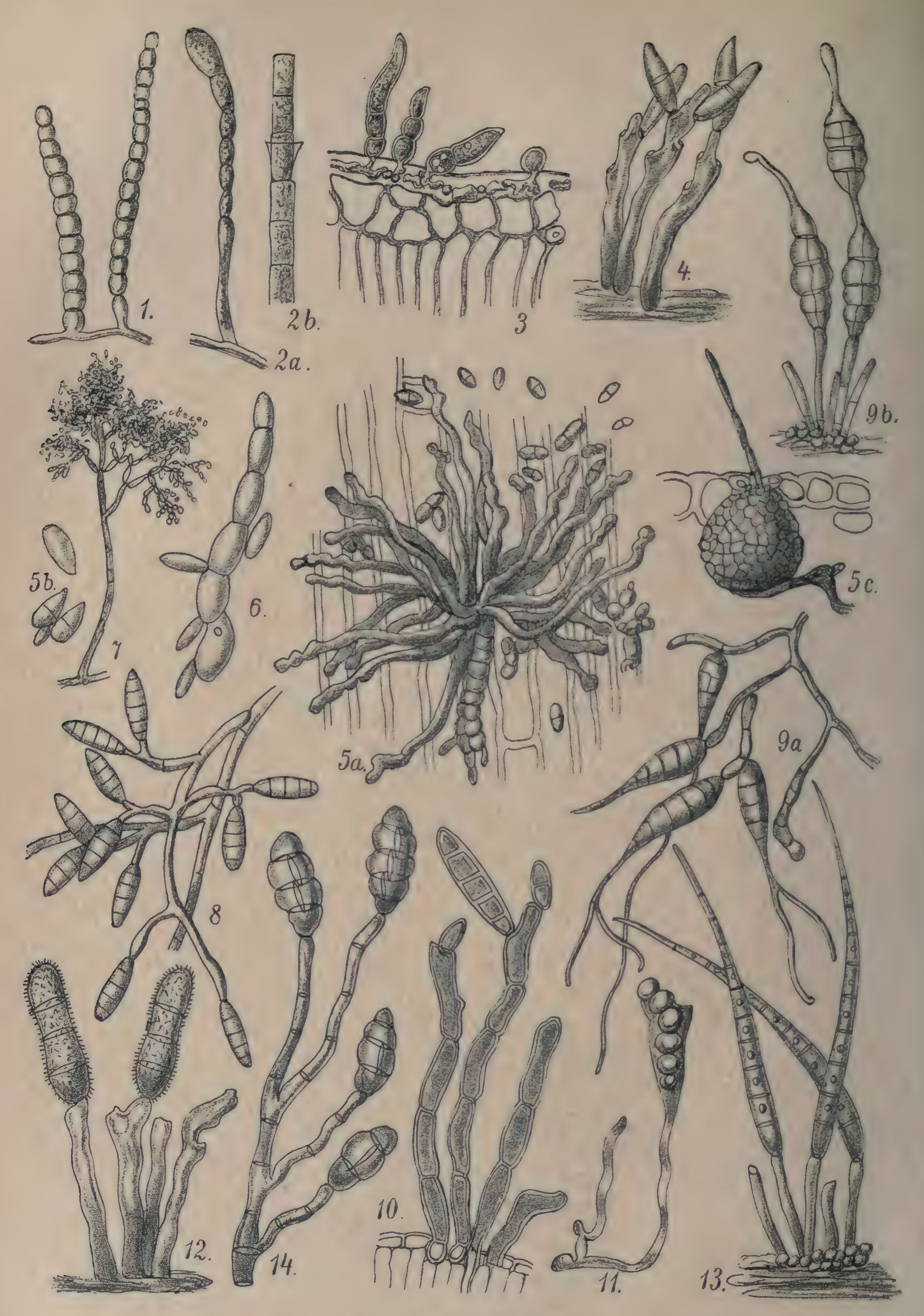


Fig. 42. Dematiaceae.

1 Torula herbarum Link. *2 Thielaviopsis ethaceticus* Went, *a* Konidienträger, *b* Konidienträger mit Büchsenkonidien. *3 Cycloconium oleaginum* Cast., Querschnitt durch ein Ölbaumblatt mit Mycel in der Cuticula und Konidien. *4 Scolicotrichum graminis* Fuck. *5 Cladosporium herbarum* (Pers.), Link, *a* Konidienrasen auf einem Getreideblatt, *b* Konidien, *c* Sclerotium. *6 Dematium pullulans* de By. *7 Hormodendron cladosporioides* Sacc. *8 Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh. *9 a Alternaria Solani* Sor., *b Alternaria tenuis* Nees. *10 Helminthosporium avenae* Briosi et Cav. *11* Keimende *Helminthosporium*-Spore mit frei werdenden Tochterzellen. *12 Heterosporium gracile* (Wallr.) Sacc. *13 Cercospora armoraciae* Sacc. *14 Stemphylium piriforme* Bon. (*1, 4, 9b, 12, 13* nach Saccardo, *2* nach Wakker u. Went, *3* nach Boyer, *5, 6, 7* nach Janczewski, *8* nach Aderhold, *9a, 10, 11* nach Sorauer.)

eigentlichen Konidienträger dar und bildet mehrere Konidien von umgekehrt kommaförmiger Gestalt. Obgleich die Krankheit scheinbar keinen besonders großen Schaden anrichtet, ist sie für die Pflanze sicherlich nicht gleichgültig, denn unter Umständen kann bei zeitigem Befall im Frühjahr das ganze Laub im Sommer schon vernichtet sein. Nach den Beobachtungen italienischer Forscher[1]) werden auch die Früchte und die jüngeren Zweige befallen, und zwar um so mehr, in je tieferen und feuchteren Lagen sich der Standort der Bäume befindet. Auch die verschiedenen Varietäten zeigten sich nicht in gleicher Weise empfänglich. Zur Bekämpfung hat man die Bespritzung mit Bordeauxbrühe angewandt, aber bisher ist über positive Erfolge nichts verlautet. Von mehreren Forschern wird der Pilz als sekundäre Ansiedlung auf Bäumen bezeichnet, welche schon durch anderweitige Ernährungsstörungen gelitten haben.

Die Gattung *Fusicladium* Bon. ist bereits in Bd. I, S. 308 ff. bei ihrer Schlauchform *Venturia* behandelt worden. Ich möchte hier nur noch wenige dort nicht genannte Spezies erwähnen. Auf den Blättern von Salix-Arten ist *F. saliciperdum* (All. et Tub.) Lind (= *Septogloeum saliciperdum* All. et Tub.) weit verbreitet und gehört zu *Venturia chlorospora*. Auf Buchweizenblättern findet sich *F. fagopyri* Oudem. Auf Kirschen, Pfirsichen und Früchten wilder Prunus-Arten wächst *F. cerasi* (Rabh.) Sacc. (= *F. carpophilum* [v. Thüm.] Oudem). Junge Leinpflanzen in Belgien zeigten eine Verfärbung und Absterben durch *F. lini* Sor., Umbelliferen werden von *F. depressum* (Berk. et Br.) Sacc. befallen. Der letztgenannte Pilz soll zu *Phyllachora* als Konidienstadium gehören. Eine Spezies auf *Hevea* beschreibt J. Knijper[2]) von Surinam, von der er Konidienträger an 40—70 μ Länge und Sporen mit zwei Zellen von 30—55 μ Länge und 8—12 μ Breite beschreibt. Der Pilz hat eine große Ähnlichkeit mit *F. crataegi*, zeichnet sich aber durch die Größe der Sporen vor allen Arten aus. Er nennt ihn *F. macrosporum*, es scheint aber, daß er zu einer anderen Gattung gehört.

Es schließt sich hier eine Reihe formverwandter Gattungen an, von denen *Scolicotrichum* Kze. am bekanntesten ist. Die Konidienträger stehen dicht rasig beisammen, aber das Mycel auf dem Blatt zeigt nicht das dendritische Wachstum wie bei *Fusicladium*. Die Konidien werden einzeln akrogen erzeugt und stehen durch Fortwachsen des Scheitels auch seitlich; sie sind bei der bekanntesten Art *S. graminis* Fuck. (Fig. 42, *4*) umgekehrt eiförmig bis länglich umgekehrt keulig, grünbraun und mit ein oder drei Scheidewänden versehen. Die genannte Art wächst auf Gramineen und befällt in der forma *avenae* Eriks. den Hafer. In Südschweden hat dieser Pilz bedeutenden Schaden angerichtet, aber wohl mehr infolge von unvorteilhaften Bodenverhältnissen. Auf Melonen und Gurken wurde von Prillieux und Delacroix[3]) das *S. melophthorum* beobachtet. Die Stengel, Blätter und Früchte bekommen braune, sich ausdehnende Flecken, auf denen als grüner Schimmel die Konidienträger entstehen. Der Pilz wächst in Frankreich und Norditalien. Der Verlust, der durch

---

[1]) Vgl. Vennuccini, Il vaiuolo dell olivo in Boll. di Entomol. agrar. e Pat. veget. X, 1898, S. 85.

[2]) Dep. van den Landbouw, Suriname Bull. 28, S. 1, 1912, und Réc. des trav. bot. néerland. VIII, 1911, S. 371.

[3]) La Nuile maladie des Melons, produite par le Scolicotrichum melophthorum in Bull. Soc. Mycol. France VII, 1891, S. 218.

das Verderben der Früchte entsteht, ist ziemlich bedeutend, ohne daß bisher Gegenmittel bekannt wären.

Wir kommen nun zur Gattung *Cladosporium* Link, zu der der allbekannte Saprophyt *C. herbarum* (Pers.) Link (Fig. 42, 5) gehört. Die Konidienträger stehen meist auch büschelförmig zusammen, namentlich bei den rein parasitischen Arten und zeigen knorrige Verbiegungen, die durch das Hin- und Herwachsen des Scheitels entstehen. Die meist eiförmigen oder länglichen Konidien besitzen eine oder mehrere Scheidewände und sprossen häufig nach dem Abfallen oder auch noch beim Ansitzen aus. Einer der häufigsten Schimmelpilze auf pflanzlichen Abfallstoffen ist *Cladosporium herbarum*, das mit seinen grünbraunen Schimmelrasen oft große Flächen bedeckt. Man hat den Pilz früher ganz allgemein für einen harmlosen Saprophyten gehalten, bis speziellere Untersuchungen zeigten, daß er als „Schwächeparasit" die Ursache von Schwärzekrankheiten bei vielen Kulturpflanzen ist. Sehr häufig tritt die Schwärze bei Erbsen auf, deren Blätter gelbe oder braune Flecken zeigen, auf denen die Konidienträger sich bilden. Die Pflanzen kränkeln und vertrocknen von unten nach oben hin, nachdem sie noch spärlich Blüten hervorgebracht haben. Das Mycel sitzt im Blattgewebe und zerstört das Chlorophyll. Bei älteren Pflanzen können auch die Hülsen befallen und zerstört werden. Gelegentlich wurde die Schwärze auch bei Mohnköpfen beobachtet, und A. Kosmahl[1]) wies nach, daß junge Pflänzchen von *Pinus rigida* durch das *Cladosporium* zum Absterben gebracht wurden. So hat Cavara auch bei Himbeeren, Cycas, Agaven und anderen Gartenpflanzen ähnliche Beobachtungen gemacht; Perotti und Cristofoletti[2]) wiesen bei Tomaten den Pilz ebenfalls in Italien nach, Delacroix[3]) auf Erbsen in Frankreich.

Wichtiger als dies mehr gelegentliche Vorkommen ist aber die Schwärze der Getreidearten, die unter Umständen beträchtlichen Schaden anrichten kann. Diese Krankheit tritt hauptsächlich dann auf, wenn das reife Getreide noch einige Zeit auf dem Halme stehen muß, ehe es gemäht werden kann. Dann bedecken sich die Halme, Blätter und die Ähren mit kleinen, schwarzen, unregelmäßig ausgedehnten Flecken, die von dem Mycel und den Konidienträgern des Pilzes gebildet werden. Bisweilen aber findet der Befall schon unmittelbar nach der Blüte statt, und die Blätter bekommen dann gelbe Flecken, die von der Basis beginnen und nach der Spitze zu fortschreiten. In solchen Fällen findet ein Eindringen des Mycels statt, indem die Fäden bald zu einer Spaltöffnung, bald zwischen zwei Epidermiszellen eindringen. Viel seltener erfolgt die Infektion schon bei den jungen Pflanzen, die dann überhaupt nicht zur Blütenbildung kommen. G. Lopriore[4]) hat Infektionsversuche bei jungen Weizenpflänzchen angestellt und gefunden, daß das zu einer Spaltöffnung oder einer Zellücke eingedrungene Mycel sich im Innern des Halmes weiter verbreitet; die Pflanzen entwickelten sich nur kümmerlich bis zur Blütenbildung.

E. Janczewski[5]) hat demgegenüber nur dann Erfolge bei der Infektion erzielt, wenn er sie in der kalten Jahreszeit vornahm. Auf ge-

[1]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. X, S. 422.
[2]) Le stazione sperinentali XLVII, 1914, S. 169.
[3]) Bull. mens. de l'office de renseignement agric. végét. Avril 1905.
[4]) Die Schwärze des Getreides in Landwirtsch. Jahrb. XXIII, 1894.
[5]) Recherches sur le Cladosporium herbarum et ses compagnons habituels sur les céréales in Bull. de l'Acad. des Sci. de Cracovie, 1894, Juni.

sunde, kräftige Blätter dagegen konnte er die Krankheit nie übertragen; ebensowenig ließen sich die Keimpflanzen infizieren, wenn die Körner gleichzeitig mit Konidien und Mycel ausgesät wurden. Diese und die Erfahrungen anderer Beobachter zeigen aufs deutlichste, daß *Cladosporium herbarum* nur ein Gelegenheitsparasit ist, der nur dann in die Pflanze eindringen kann, wenn durch äußere Umstände eine Schwächung der Organe eingetreten ist. Darum werden welkende Blätter oder die überreifen Pflanzen stets einen geeigneten Nährboden für den Pilz abgeben. Der schwarze Überzug findet sich besonders häufig auf den Ähren und verschont auch die Körner nicht. Derartiges mit Pilzwachstum behaftetes Kornmaterial hat man vielfach untersucht, um festzustellen, von welchen Pilzen die üblen Nachwirkungen herrühren, die mit solchem „Taumelgetreide" verbunden sind. Die Untersucher, darunter WORONIN, JANCZEWSKI, haben fast stets auch *Cladosporium* gefunden; aber es scheint, als ob dieser Pilz für die schädigenden Wirkungen nicht verantwortlich zu machen ist; denn LOPRIORE hat durch Fütterungsversuche erwiesen, daß solche Körner ungiftig sind. Es ist notwendig, noch einiges über die Entwicklung des Schwärzepilzes zu sagen. Man nahm früher an, daß er als Konidienform zu *Pleospora* gehöre; dann brachten verschiedene Forscher wie LAURENT und LOPRIORE, auch das *Dematium pullulans* (Fig. 42, *6*) in den Entwicklungskreis hinein, endlich tauchte die Vermutung auf, daß eine *Leptosphaeria* als Schlauchform dazu gehöre. Durch die erwähnten Untersuchungen JANCZEWSKIS haben alle diese Vermutungen ihre Lösung gefunden. Die Vielgestaltigkeit der Konidienträger ist außerordentlich groß, aber als besonderer Typus des Trägers läßt sich nur noch das sogenannte *Hormodendron cladosporioides* Sacc. (Fig. 42, *7*) unterscheiden. Die Konidien und ebenso die Mycelien können Dauerzustände eingehen, bei denen die Membran dreischichtig und ziemlich dick wird. Als Schlauchform fand sich *Mycosphaerella Tulasnei*.

Zur Verhütung der Schwärzekrankheit läßt sich vorläufig nur wenig tun. Bekannt ist bisher, daß gewisse Hafersorten[1]) ziemlich immun sind, so daß bei Auswahl der Sorten darauf Rücksicht genommen werden kann. Auf den feuchteren Teilen der Äcker oder in der Mitte der Stücke findet ein stärkerer Befall statt als am Rande; ebenso begünstigt sehr dichter Stand der Pflanzen, schwerer Tonboden mit dicker Humusschicht, sehr stickstoffhaltiger Dünger usw. den Ausbruch der Krankheit. Auch die Witterungsverhältnisse spielen eine Rolle, denn erntereifes Getreide schwärzt sich um so schneller und intensiver, je feuchter es ist.

Auf Gurken- und Kürbispflanzen tritt *C. cucumerinum* Ell. et Arth. (*C. cucumeris* Frank) auf. Meistens findet sich der Pilz auf den Früchten, die oft schon in den Jugendstadien befallen werden. Sie bekommen braune, faulige Flecken, an denen gewöhnlich gummiartige Schmelzungsprodukte der Gewebe austreten. Die Ernte wird dadurch völlig vernichtet. In Nordamerika ist der Schädling auch an den Blättern aufgetreten, wo er ebenfalls dunkelbraune, faulende Flecken hervorruft. Bespritzen mit Bordeauxbrühe hilft nicht, da die Sporen nach den Beobachtungen FRANKS[2]) selbst nach zweistündigem Verweilen

[1]) Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 146.

[2]) Über ein parasitisches Cladosporium auf Gurken in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 1893, S. 30; ferner R. ADERHOLD, Cladosporium und Sporidesmium auf Gurke und Kürbis, ebenda VI, 72.

in einer 2%igen Lösung noch auskeimten. Er kommt in Schweden, Norditalien und Deutschland vor.

Ein gefährlicher Feind der Tomaten ist *C. fulvum* Cooke[1]). Die Krankheit trat zuerst in Nordamerika in größerem Umfange auf und zeigte sich auch in Frankreich, England und Italien in sehr schädlicher Weise. Die Blätter der Tomaten bekommen gelbe, später braun werdende Flecken in den Winkeln zwischen Haupt- und Nebenrippen; auf der Unterseite der Flecken treten die braunen Konidienträger in dichten Rasen auf. Da die Zahl der Flecken und ihr Umfang sich stetig vergrößern, so verderben die Blätter sehr bald, und die ganzen Pflanzen welken. Der Fruchtansatz wird dadurch fast vollständig unterdrückt. Als Gegenmittel wird wiederholtes Bespritzen mit kalifornischer Brühe (1 : 40) gegenüber den anderen Erfolgen empfohlen.

C. condylonema Passer. ist an lebenden Blättern von *Prunus domestica* in Norditalien und an überwinterten Blättern von Kirsch- und Aprikosenbäumen in Schlesien beobachtet worden; es scheinen aber besondere Umstände in Betracht zu kommen, wenn der Pilz zum Parasiten werden soll.

Auf *Citrus*, namentlich *C. Bigaradia*, wurde in Florida[2]) das *Cladosporium citri* Mass. beobachtet, das auf Blättern und Früchten eine Art Warzenkrankheit erzeugt. Es erscheinen kleine warzige Auswüchse, die oft zusammenfließen, sich schließlich mit den Konidienrasen bedecken und schwarz werden. Bei feuchtem Wetter breitet sich die Krankheit schnell aus. Bordeauxbrühe tötet den Pilz in jüngeren Stadien, in späteren Stadien ist ein Teil der Bäume im Winter zu kappen, die übrigen sind mit 50%igem Karbolineum anzustreichen.

Unter den Phaeophragmiae wäre in erster Linie die Gattung *Clasterosporium* Schwein. zu erwähnen. Die Konidien entstehen einzeln an kurzen Seitenzweigen des Mycels und zeigen längliche Gestalt. Sie sind dunkel gefärbt und besitzen stets mehr als zwei Zellen. Die meisten Arten leben als harmlose Saprophyten; zu erwähnen wären als Parasiten nur *C. glomerulosum* Sacc. und *C. carpophilum* (Lév.) Aderh. (Fig. 42, *8*). Die erstgenannte Art bewohnt die Nadeln des Wacholders. Das Mycel wächst interzellulär und bringt die Nadeln unter Bräunung zum Absterben. Viel gefährlicher ist *C. carpophilum* (*C. amygdalearum* Sacc., *Stigmina Briosiana* Farn., *Coryneum laurocerasi* Prill. et Delacr.), der Erreger der Dürrfleckenkrankheit und eines Gummiflusses bei den Steinobstarten. R. Aderhold[3]) hat die Krankheit genauer untersucht und besonders die Beziehungen zum Gummifluß studiert. Auf den Blättern bildet der Pilz runde Flecken in großer Zahl, welche ausfallen und dann das Blatt wie von einem Schrotschuß durchlöchert erscheinen lassen. Die Blätter werden dadurch so geschädigt, daß sie vorzeitig abfallen. Bei der Kirsche wurde auch der Befall der Blattstiele beobachtet, wodurch ebenfalls

---

[1]) Vgl. Prillieux et Delacroix, Sur une maladie des Tomates produite par le Cladosporium fulvum in Bull. Soc. Myc. France VII, 1891, S. 19, und L. Pannocchia, Malattie degli ortaggi: pomodoro in Boll. di Entomol. agrar. e Patol. veget. VII, 1900, S. 98.

[2]) H. S. Fawcett in Univ. of Florida Agr. Exp. Stat. Bull. 109, 1912.

[3]) Über die Sprüh- und Dürrfleckenkrankheit des Steinobstes in Landwirtsch. Jahrb. 1901, und Über *Clasterosporium carpophilum* und die Beziehungen desselben zum Gummiflusse des Steinobstes in Arb. Biol. Abt. f. Land- u. Forstw. II, 1902, Heft 5; P. Voglino in Atti R. Acc. d. Sciense Torino XLI, 1906, und L' Italia agricol., 1907, S. 12.

ein frühzeitiger Blattfall verursacht wird. Die Zweige leiden seltener, nur der Pfirsich zeigt diese Form der Erkrankung nicht selten. Die Früchte werden in jedem Altersstadium, namentlich gegen die Reife hin, befallen und zeigen dann schorfartige Bildungen. ADERHOLD hat nicht bloß erfolgreiche Impfungen von einem Organ auf das andere gemacht, sondern auch die Krankheit von einer Steinobstart auf andere übertragen; dadurch wird der einwandfreie Beweis geliefert, daß es allein der erwähnte Pilz ist, welcher die Krankheit verursacht. Für die Entwicklung ist das Vorhandensein von viel Wasser erforderlich, weshalb bei Regenwetter die Krankheit schnell um sich greift. Bei Übertragungen auf Zweigwunden trat stets nach einiger Zeit Gummibildung ein, wenn die Verletzung bis zur jüngsten Rinde oder dem Cambium reichte. Wie man sich die Einwirkung des Mycels bei dem Gummifluß vorzustellen hat, ist allerdings noch nicht geklärt, denn es zeigte sich die auffällige Tatsache, daß durchaus nicht immer an den Herden der Gummibildung Mycel sich findet und andererseits der Pilz auf den Blättern keine Gummosis erzeugt. Wie weit etwa fermentartige Stoffe vom Mycel abgeschieden werden, die eine Art Fernwirkung auf die Zellen ausüben, darüber müssen spätere Arbeiten Auskunft geben. Als Bekämpfungsmittel wird Bordeauxbrühe empfohlen, die nicht bloß im Sommer, sondern auch im Winter zur Anwendung gelangen soll. Ob sich das Rückschneiden der Bäume empfiehlt, hängt von der Heftigkeit des Befalles ab. Besprengungen oder Bepinselung mit Eisen- oder Kalksalzlösungen im Winter sind die besten Abwehrmittel, wie VOGLINO empfiehlt.

Die Gattung *Stigmina* Sacc. unterscheidet sich von *Clasterosporium* hauptsächlich dadurch, daß die Konidien in kleinen Bündeln zusammenstehen. Als Urheber einer schorfartigen Erkrankung der Aprikosenfrüchte in Italien und Frankreich hat FARNETI[1]) die *S. Briosiana* Farn. nachgewiesen. Auf den kleinen Früchten zeigen sich graugrüne, erhabene Flecken, welche sich später zu braunen, oft zusammenfließenden, im Zentrum grauen Schorfstücken entwickeln. Häufig fällt ein solches Schorfstück ab, und es bleibt dann ein blutroter Fleck zurück. Das Mycel wuchert in den Oberhautzellen, und die Pflanze sucht durch eine Korkschicht die erkrankten Partien zu isolieren. Wenn dies nicht gelingt und die Hyphen tiefer eindringen, so reißen die Früchte auf und vertrocknen bald. Die befallenen Früchte besitzen einen bitteren Geschmack und faulen bei Regenwetter sehr leicht.

Von der Gattung *Ceratophorum* Sacc. wäre *C. setosum* Kirchn. zu erwähnen, das die Stengel und Blätter von jungen Pflänzchen von *Cytisus laburnum* und *capitatus* in Deutschland befällt. Es entstehen dunkle Flecken, welche absterben und beiderseitig die Konidien tragen. Die Konidien sind länglich, mehrzellig und besitzen an der obersten Zelle mehrere lange hyaline Borsten.

Die zahlreiche Arten aufweisende Gattung *Helminthosporium* Link (Fig. 42, *11*) ist durch die meist ganz unverzweigten, starr aufrechten Konidienträger, welche an der Spitze die langen, zylindrischen oder keuligen Konidien tragen, ausgezeichnet. Erwähnenswert als Parasiten sind nur wenige Arten. *H. gramineum* (Rabh.) Eriks. verursacht die

---

[1]) Intorno ad una nuova malattia delle albicocche in Atti Ist. bot. Pavia 2 ser. VII, S. 23.

Streifenkrankheit der Gerstenblätter[1]). Es treten schmale, oft über 1 cm lange schwarzbraune Flecken an den Blättern auf, die anfangs noch mit einer gelblichen, schmalen Zone umrandet sind. Da die Flecken sich schnell vermehren und in der Längsrichtung sich vergrößern, so werden die Blätter welk und vergilben. Das Mycel des Pilzes wuchert im Innern des Blattes und entsendet die einfachen Konidienträger nach außen; die Konidien sind hellbraun, länglich und sehen fast wie Phragmidiumsporen aus. Der Pilz befällt die Gerste in ganz Europa, wenn er auch nicht gleichmäßig, sondern mit Unterbrechungen auftritt. Für die Bekämpfung sind vielerlei Mittel vorgeschlagen worden; wie APPEL[2]) und RIEHM empfehlen, genügt die Warmwasserbehandlung oder noch besser die Heißluftbehandlung des Samens. KIESSLING[3]) schlägt dafür vor, die Züchtung und Verbreitung von unempfindlichen Sorten zu versuchen. Außer dieser Art befällt noch *H. teres* Sacc. die Gerste[4]). Der Entwicklungsgang dieser Art ist aber ein anderer, denn während die erstere vom Korn aus mit ihrem Mycel in die jungen Pflanzen eindringt und vom Vegetationspunkt aus die Blätter infiziert, greift *H. teres* nur das erste Laubblatt an und gelangt von da aus durch Neuinfizierung späterer Blätter wieder bis zum Korn. KÖLPIN RAVN hat diese Verhältnisse in seiner Arbeit klargelegt. Impfungsversuche mit diesen Arten von dem Gesichtspunkt aus, die zugehörige Schlauchform zu finden, hat H. DIEDICKE[5]) angestellt. Seine Annahme, daß *H. gramineum* zu *Pleospora trichostoma* gehört, ist inzwischen von F. NOACK[6]) bestätigt worden. Die Sklerotien, die von RAVN und HECKE in künstlichen Kulturen gezüchtet waren, wurden von NOACK in der Natur auf Gerstenstoppeln gefunden. In ihnen bilden sich die Perithecien aus unter noch nicht näher bekannten Bedingungen; bei hinreichender Feuchtigkeit produzieren die Sklerotien Helminthosporium-Konidien. Eine ähnliche Gerstenkrankheit richtete in Nordamerika großen Schaden an, nämlich *H. sativum* Pamm.[7]). Bei *H. gramineum* zeigen die Blätter gelbe Längsstreifen, welche mit dunklen Linien abwechseln; diese Krankheit dagegen hat auf den Blättern braune Streifen mit unregelmäßigem Umriß, sie tritt auf Blättern, Spelzen und Samen auf. Da die Übertragung des Pilzes durch den Samen geschieht, so wird vorläufig die Formalinbehandlung empfohlen.

Auf Hafer findet sich *H. avenae* Br. et Cav. (Fig. 42, *10*); die Entwicklung verläuft wahrscheinlich analog der von *H. teres*. Der Schaden, der von den ersten beiden Arten angerichtet wird, kann unter Umständen sehr bedeutend werden, wenn auch im allgemeinen das Auftreten dieser Pilze nur sporadisch erfolgt. Besonders disponierend für den Angriff der Parasiten scheinen die Temperatur während der

---

1) Vgl. KIRCHNER, Braunfleckigkeit der Gerstenblätter in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, S. 24.

2) 8. Jahresber. d. Kaiserl. Biol. Anstalt f. L. u. F., Heft 14, 1913.

3) Fühlings landw. Zeit. LXV, 1916, S. 537.

4) Vgl. F. KÖLPIN RAVN, Über einige Helminthosporium-Arten und die von denselben hervorgerufenen Krankheiten bei Gerste und Hafer in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, S. 1.

5) Über den Zusammenhang zwischen Pleospora- und Helminthosporiumarten in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. IX, S. 317, u. XI, S. 52.

6) *Helminthosporium gramineum* Rabh. u. *Pleospora trichostoma* Wint. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XV, 1905, S. 193.

7) L. H. PAMMEL, Ch. M. KING und A. L. BAKKE in Jowa state coll. of Agric. and mech. Arts. Bot. Sect. Bull. 116, 1911.

Keimung, die Saatzeit, die Varietät und wohl auch Feuchtigkeit und andere klimatische Bedingungen zu sein. Im letzten Jahrzehnt trat die Erkrankung häufiger auf und wurde in fast ganz Mittel- und Nordeuropa sowie in Nordamerika festgestellt. Es tritt auf den Blättern das *H. avenae sativae* (Briosi et Cav.) Lindau in Mitteleuropa, Italien und Rußland auf. Es wird die Formalinbeize des Hafers empfohlen.

Auf Roggen- und Weizenähren bildet *H. Sorokinianum* Sacc.[1]) einen zimmetbraunen, fleckigen Überzug, der aus langen, dunklen Trägern besteht. Die eiförmigen Konidien besitzen bis zehn Querwände und sind hellbraun gefärbt. Wie weit der Pilz in Südrußland schädlich ist, wissen wir nicht. Auf jungen Maispflanzen in Oberitalien findet sich das *H. turcicum* Passer. und richtet durch Vernichten der Blätter einen bedeutenden Schaden an. Bei Zuckerrohr in Indien tritt *H. sacchari* Butl.[2]) auf, indem auf den Blättern zuerst kleine rote Flecken auftreten, die sich in der Längsrichtung und nach der Blattspitze zu verbreiten. Vorläufig ist der Pilz noch nicht schädigend aufgetreten.

Durch die mehr schlaffen, rasig gehäuften, oft verzweigten Konidienträger und die warzigen Konidien unterscheidet sich die Gattung *Heterosporium* Klotzsch. Auf den Blättern der *Iris germanica* kommt *H. gracile* (Wallr.) Sacc. (Fig. 42, *12*) vor; derselbe Pilz wurde von Ritzema Bos[3]) als die Ursache des Brandes der Narzissenblätter, der in den großen Züchtereien Hollands bedeutenden Schaden verursacht, und der Gladiolusblätter nachgewiesen. Kurz nach dem Blühen der Narzissen färben sich die Blätter gelb, meist vom Rande her, und verdorren sehr bald. Die abgestorbenen Partien bedecken sich mit einem schwärzlichen Anflug, der aus den dunkelbraunen Konidienträgern und den zylindrischen, mehrzelligen, hellbraunen, stacheligen Konidien besteht. Die Krankheit kann sich mit ungeheuerer Schnelligkeit über große Strecken verbreiten und schädigt durch die vorzeitige Vernichtung der Blätter die Zwiebeln derartig, daß sie für den Handel ungeeignet werden. Die Disposition der einzelnen Sorten ist sehr verschieden; einige werden sogar überhaupt nicht befallen. Das Bespritzen mit Bordeauxbrühe hat glänzende Resultate ergeben, so daß die Bekämpfung der Krankheit durch dieses Mittel Aussicht auf Erfolg hat.

Eine sehr gefürchtete Schwärze der Gartennelken verursacht *H. echinulatum* (Berk.) Cke. Es entstehen an den Blättern weiße Flecken, die sich zuerst in der Mitte, dann mit Ausnahme des weißen Randes auf der ganzen Fläche fast schwarz färben und sich mit den Konidienträgerrasen des Pilzes überziehen. Auch die Stengel und Kelche leiden unter derselben Fleckenbildung[4]). Das Mycel sitzt interzellular im Gewebe und bildet unter der Epidermis Polster aus fast parallel nebeneinander stehenden Fadenreihen, welche eine Art von sklerotischen Bildungen darstellen. Die Konidienträgerbildung erfolgt meist von einer Atemhöhle aus, in der sich die Hyphen knäuelartig zusammendrängen und aus der Spaltöffnung ein Bündel von Konidienträgern hervortreten lassen. Die Träger erzeugen an der Spitze eine

---

[1]) Vgl. das Referat über Sorokin in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, S. 238.

[2]) E. J. Butler und Abdul Hafiz Khan in Mem. of the Dep. of Agric. in India. Bot. Ser. Calcutta VI, 1913, S. 181.

[3]) Der Brand der Narzissenblätter in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIII, S. 87.

[4]) Vgl. Magnus in Sitzber. der Ges. naturf. Freunde, Berlin 1888, S. 181; Sorauer in Zeitschr. f. Pfanzenkrankh. VIII, S. 283.

Konidie und wachsen dann seitlich weiter fort. Die Konidien sind zylindrisch, meist vierzellig, braun und zeigen eine feinstachelige Oberfläche. Die Krankheit tritt an den Nelkenkulturen sowohl im Freien wie im Gewächshause auf und vermag infolge ihrer schnellen Ausbreitung bedeutenden Schaden anzurichten, da die befallenen Stöcke nicht zum Blühen kommen und häufig eingehen. Die Infektion der Pflanzen findet statt, indem die Sporen in zufällig aufliegenden Wassertröpfchen keimen und ihre Keimschläuche durch eine Spaltöffnuug ins Innere hineinsenden. Wohl bei wenigen Krankheiten sind die Vorbedingungen mit so ausreichender Sicherheit festgestellt wie hier; es ist namentlich die feuchte stagnierende Luft des Gewächshauses, welche den Ansbruch und die Weiterverbreitung der Schwärze begünstigt. Daraus ergibt sich denn schon ganz von selbst, daß reichliche Durchlüftung, nicht zu reichliche Feuchtigkeit und genügende Helligkeit die Pflanzen gegen den Angriff des Parasiten zu stärken vermögen. Mit Spritzmitteln läßt sich kaum etwas erreichen. Es ist nachgewiesen worden, daß Sorten mit schwächer verdickten Epidermiszellen stärker leiden.

Nahe verwandt mit *Helminthosporium* ist *Corynespora* Güssow[1]), die sich nur durch die reihenweise abgeschnürten, keuligen, vielfach septierten, durch kleine Zwischenstücke verbundene Konidien unterscheidet. *C. melonis* (Cke.) Lindau (*mazei* Güss.) erzeugt eine gefährliche Krankheit der Gurken in England, Frankreich, Deutschland, Holland, Dänemark und Schweden, indem auf den Blättern schnell sich verbreitende Flecken auftreten, die zum Absterben der Blätter und der Pflanzen führen. Die Gefährlichkeit der Krankheit tritt in der wärmeren Jahreszeit auf, und die Auskeimung der Sporen und das schnelle Fortschreiten auf den Blättern findet sich hauptsächlich in der wärmeren Zeit des Jahres. Lang empfiehlt dagegen die gründliche Desinfektion der Gewächshäuser und Erde, die Verwendung der aus sterilen Samen erzogenen Pflanzen und die Erziehung kräftiger und widerstandsfähiger Pflanzen.

Eine charakteristische Erkrankung der Kartoffelknollen wird durch *Spondylocladium atrovirens* Harz hervorgebracht. Auf der Schale entstehen unregelmäßige, ziemlich große Flecken, die mit sehr kleinen, schwarzen Pünktchen dicht übersät erscheinen. Diese Pünktchen entstehen durch dichtere, sklerotienartige Verflechtung der in der Schale wuchernden Mycelfäden. Frank[2]) hatte diese Gebilde beobachtet und sie, da er niemals Fruchtträger fand, als *Phellomyces sclerotiophorus* bezeichnet. Die weitere Entwicklung haben nun Appel und Laubert[3]) beobachtet. Sie sahen aus den sklerotienartigen Gebilden Konidienträger entstehen, welche mehrere übereinanderstehende Wirtel sitzender Konidien besaßen. Die Konidien sind umgekehrt-keulig, grauschwarz und meist mit 6—8 Scheidewänden versehen. Die Schädigungen der Kartoffel würden also hauptsächlich durch das Mycelstadium des Pilzes

---

[1]) Über eine neue Krankheit an Gurken in England in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XVI, 1906, S. 10; vgl. G. Lindau in Rabenh. Kr. Fl. IX, 1909, S. 305; Quanjer in Tijdschr. von Plantenziekt. 1908, S. 78; Naumann in Handelsbl. für den Deutsch. Gartenbau 1913, n. 25; W. Lang in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXXV, 1917, S. 40, und Süddeutsch. Gärtnerzeit. 1914, n. 2.

[2]) Kampfbuch S. 182; ferner Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XVI, S. 273.

[3]) Die Konidienform des Kartoffelpilzes Phellomyces sclerotiophorus Frank in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXIII, 1905, S. 218.

erfolgen, sind aber bisher noch nirgends so intensiv aufgetreten, daß es notwendig gewesen wäre, an Bekämpfungsmaßregeln zu denken. Der Pilz ist negativ heliotropisch[1]), und starkes Trocknen der Konidien und des Mycels bei der Agarkultur tötet ihn nicht. Er wird im Wachstum bei 2—3° gehemmt, aber bei —10° nicht getötet, die optimale Temperatur ist 21—27°, die maximale 30°. Es verhindert 5% Rohrzucker im Agar seine Sporenbildung. Die Kartoffeln werden während der ganzen Lagerung angesteckt, aber die Impfungen auf lebende Stengel, Ausläufer oder Wurzeln haben keinen Erfolg gehabt.

Wir kommen nun noch zu einer Gattung, welche etwa *Ramularia* entspricht, nur daß Träger und Konidien dunkelfarbig sind. Dies ist die vielfach zu den Scolecosporae gestellte Gattung *Cercospora* Fresen. (s. Fig. 42, *13*). Alle ihre Arten sind echte Parasiten und erzeugen ganz ähnliche Fleckenbildungen und Konidienträgerbündel wie *Ramularia*. Aus der großen Zahl der Schädlinge sollen hier bloß einige der wichtigsten besprochen werden. *C. circumscissa* Sacc. befällt Prunus-Arten, besonders aber *P. amygdalus*, doch werden auch Pfirsiche, Pflaumen u. a. heimgesucht Die Krankheit tritt besonders in Nordamerika auf, findet sich aber auch in einzelnen Ländern Europas, wie Italien und Frankreich. Am meisten leiden die Blätter, indem sie runde, hellbraune, ausbrechende Flecken bekommen. Die Konidienträger kommen aus einem stromatischen Mycelgeflecht büschelig heraus, haben ein verbogenes, knorriges Aussehen und olivengrüne Farbe. Bisweilen wird auch die Rinde der Zweige befallen, und es entstehen dann runde, bis zum Holzteil durchgehende Flecken, aus denen häufig das ergriffene Rindengewebe ausfällt. Mit der Untersuchung und Bekämpfung der Krankheit hat sich besonders N. B. Pierce[2]) beschäftigt. Er empfiehlt die Besprengung mit Kupfermitteln in möglichst feiner Verteilung; die von ihm damit erzielten Erfolge sind bemerkenswert und lassen die Bekämpfung der Krankheit als aussichtsvoll erscheinen.

Zu einer gefährlichen Epidemie entwickelte sich in den letzten Jahren *C. beticola* Sacc., ein Pilz, der in Mittel- und Südeuropa sowie in Nordamerika bisher bekannt war. Er wurde in Böhmen 1910 beobachtet und dehnte den Bezirk seines Befalles nach Frankreich 1915 und Nordamerika 1914[3]) aus. Es treten zuerst kleine zahlreiche Stellen auf, die anfangs bleich sind und später von einem rötlichen oder purpurn gefärbten Saum sich scharf von dem übrigen grünen Gewebe abheben. Zuletzt werden die Blätter durchlöchert und sterben gänzlich ab. Unter Freilandbedingungen sterben die Konidien nach einer Dauer von 4 Monaten ab, bei Trockenhaltung dauern sie etwa 8 Monate an. Auf der Unterseite der Blätter sind die Konidien am häufigsten. Der hauptsächlichste Schaden beruht in der Herabsetzung des Zuckergehaltes der Rüben und des Futterwertes der Rübenköpfe. Die hauptsächlichsten Gegenmittel sind Bespritzung mit 1%iger Bordeauxbrühe auf beiden Seiten und durch gleichmäßige Bodenfeuchtigkeit.

Auf der Weinrebe kommt *C. viticola* (Ces.) Sacc. (= *Cladosporium ampelophagum* Passer.) vor (vgl. Fig. 41 in Bd. I, S. 302). Auf den Blättern werden rötliche Flecken erzeugt, auf denen die Konidienträger im

---

[1]) E. S. Schultz in Journ. of agric. Research. VI, 1916, S. 339.

[2]) A disease of almond trees in Journ. of Mycol. VII, 66, S. 232.

[3]) E. Saillard in Compt. rend. CLXII, 1916, S. 47; V. W. Pool und M. B. Mc Kay in Journ. of Agric. Research. VI, 1916, S. 21; C. O. Townsend in U. S. Dep. of Agric. Farm. Bull. 618, 1914.

dichten Rasen entstehen. Die Konidien sind umgekehrt-keulig und mehrzellig. Der Pilz ist in den weinbauenden Ländern Europas nicht selten, scheint aber hier nicht allzu schädlich zu wirken. Dagegen soll er nach NOACKS Beobachtungen in Südbrasilien fast so schädlich wie die *Plasmopara* sein.

Der Sellerie beherbergt *C. apii* Fres., die auch gelegentlich auf andere kultivierte Umbelliferen, z. B. Anis, übergeht. Meistens erfolgt die Fleckenbildung auf den unteren Blättern; nach den Erfahrungen amerikanischer Phytopathologen empfiehlt es sich, die Pflanzen in Gräben zu kultivieren, weil dadurch der Ansteckung vorgebeugt wird. Auch die trockene Anwendung von Schwefel hat Erfolg gehabt. In Bulgarien kommt noch *C. Malkoffii* Bub. vor und stiftet auf Anis einen großen Schaden.

Auf Java schädigt *C. vignae* Rac.[1]) bedeutend die von den Eingeborenen angebaute *Vigna sinensis*, indem Blattflecken erzeugt werden. Das Zuckerrohr auf derselben Insel leidet nach WAKKER und WENT[2]) unter dem Angriff von mehreren Arten; *C. vaginae* Krüg. befällt die Blattscheiden, *C. sacchari* Breda de Haan und *C. Köpkei* Krüg. die Blätter. Von diesen ist der letztere Pilz der gefährlichste, indessen erübrigt es sich, hier näher darauf einzugehen.

Außerordentlich schädlich für den Kaffeebau[3]) in Brasilien, Guyana und Niederländisch-Indien ist *C. coffeicola* Berk. et Cke. (*C. coffeae* Zimm., *Ramularia Göldiana* Sacc.). Die Blätter bekommen runde, braune, später in der Mitte grauwerdende Flecken. Seltener erfolgt der Befall an den Zweigen oder den Fruchtschalen. Die Konidienträger kommen bündelförmig aus den Spaltöffnungen hervor und erzeugen zylindrische, an der Basis etwas keulige, fast hyaline, mehrzellige Konidien. Der Schaden, der durch die Zerstörung der Blätter und der Früchte angerichtet wird, erhöht sich bedeutend, wenn die Verbreitung des Pilzes durch begünstigende Witterung befördert wird. Bekämpfungsmittel kennen wir nicht. In England kommt *C. personata* (B. et Curt.) Ell.[4]) auf Arachis vor und wird durch den Wind und Insekten verbreitet. Deshalb ist noch kein Mittel bekannt, um die Krankheit zu unterdrücken.

Auf Java und Ceylon ist *C. Raciborskii* Sacc. et Syd.[5]) auf Tabak verbreitet. Die Anwendung von Bespritzungsmitteln ist bedenklich und noch nicht in Anwendung gebracht. Eine neue Krankheit auf Kartoffeln ruft *C. concors* (Casp.) Sacc. hervor[6]). Vor wenigen Jahren ist sie nur in Mitteleuropa schädigend aufgetreten und wird in einigen Jahren die Aufmerksamkeit der Phytopathologen erregen. Sie kommt in Österreich, Westpreußen und Rußland vor.

Erwähnt seien noch: *C. Bolleana* (Thüm.) Sacc., auf den Feigenbäumen in Südeuropa eine bekannte Blatterkrankung verursachend, *C. resedae* Fuck. auf der Gartenreseda, *C. odontoglossi* Prill. et Delacr.

---

[1]) RACIBORSKI in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VIII, S. 66.
[2]) De ziekten van het suikerriet 1898.
[3]) Vgl. NOACK in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, S. 196.
[4]) F. A. WOLF in Journ. of Agric. research. V, 1916, n. 19.
[5]) F. PETCH in Circ. and Agric. Journ. of the Roy. Bot. Gardens, Ceylon IV, 1907, S. 41.
[6]) K. VON KEISSLER in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XXVII, 1916, S. 111 (hier die Literatur); SCHANDER und KRAUSE in Bericht über Pflanzenschutz usw. in Bromberg. Die Vegetationsperiode 1013/14, Berlin 1916.

an *Odontoglossum crispum* in Gewächshäusern Frankreichs, *C. fumosa* Penz. an Citrus-Blättern usf.

Die Abteilung der Dictyosporae beginnt mit Formen, deren Sporen noch unmittelbar am Mycel oder durch Zergliederung des Mycels gebildet werden, wie z. B. die Gattung *Coniothecium* Corda. Obwohl die meisten Arten dieser Gattung zweifellose Saprophyten sind, kommen doch wieder andere auf lebender Rinde von Nutzpflanzen vor. Hier ist von POLE EVANS eine Art auf Äpfeln in Südafrika festgestellt worden. *C. chomatosporum* Pole Ev.[1]) ist die Ursache des apple cracking oder apple branch blister, der auf den Zweigen kleine braune, gewöhnlich zusammenhängende Flecken oder unregelmäßige, rotbraune Blasen bildet, an den Früchten eine Verhärtung der befallenen Gewebe und die Bildung von Rissen verursacht. Als Bekämpfung werden vorgeschlagen das Abschneiden und Verbrennen der Zweige, Bespritzung der Bäume vor dem Austreiben mit 0,4 % Kupfervitriollösung und dreimalige Bespritzung mit 1 %iger Bordeauxbrühe vor dem Aufbrechen der Blüten, nach deren Abblühen und auf die walnußgroßen Früchte.

In dem morphologischen Aufbau entspricht *Sporidesmium* Link etwa der Gattung *Clasterosporium*, aber die Konidien werden durch Längswände gegliedert, so daß die sogenannte mauerförmige Struktur der Sporen entsteht. Wir können verschiedene Parasiten auf Nutzpflanzen, indessen sind wir bisher über Einzelheiten nur wenig unterrichtet. Wir verdanken R. ADERHOLD[2]) zwei Notizen über hierher gehörige Schädlinge. Er beobachtete bei Kürbis und Gurken Blattflecken, die braune Farbe besaßen und unter Abtrocknung ausbröckelten. Auf den Flecken fand sich das *Sp. mucosum* Sacc. var. *pluriseptatum* Karst. et Har., dessen Sporen keulige, oft lang schwanzartig ausgezogene Form besitzen und gewöhnlich mit zwei bis mehreren Querwänden und meist einer Längswand versehen sind. Das im Innern des Blattes lebende Mycel sendet die büschelförmig stehenden Konidienträger zu den Spaltöffnungen heraus. Bei Oppeln verursachte der Pilz bedeutende Schädigungen an den Gurkenkulturen. Die zweite Art trat auf den Blättern und Stengeln von *Scorzonera hispanica* auf und verursachte rundliche, lederbraune Flecken mit blutroter Umrandung. Als Ursache wurde *Sp. scorzonerae* Aderh. nachgewiesen, mit dessen Konidien erfolgreiche Infektionsversuche angestellt wurden. Eine Schwärze auf den Blättern der Runkelrübe wird von *Sp. putrefaciens* Fuck. hervorgerufen. Einzelne Stellen der Blätter werden hellbraun, zuletzt schwarz; tritt feuchtes Wetter ein, so verfaulen diese Stellen. Häufig werden auch die ganzen Blätter vernichtet. FRANK zieht als Schlauchform die *Pleospora putrefaciens* hinzu, ob mit Recht, bleibe dahingestellt. Als Ursache einer Blattbräune der Kartoffeln sieht VAŇHA[3]) das *Sp. solani varians* Vaňha an, das außer den gewöhnlichen Konidien noch Cladosporiumkonidien und Pykniden besitzt. Ob dieser Pilz mit dem später zu berührenden *Macrosporium solani* etwas zu tun hat, ist noch nicht bekannt. Als Ursache der Kräuselkrankheit der Kartoffeln wird von SCHENK das *Sp. exitiosum* var. *solani* Schenk angesehen.

[1]) P. A. VAN DER BIJL in The Agric. Journ. of the Union of South Afrika, Pretoria VIII, 1914, S. 64.

[2]) *Cladosporium* und *Sporidesmium* auf Gurke und Kürbis in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten VI, 1896, S. 72; Über eine bisher nicht beobachtete Krankheit der Schwarzwurzeln in Arb. d. Biol. Abteil. usw. III, 1903, S. 439.

[3]) Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. II, 1904, Heft 3.

Ob dieser Pilz etwa mit der S. 154 zu erwähnenden *Alternaria brassicae* zusammengehört, erscheint mir sehr zweifelhaft, wie denn überhaupt diese Krankheit noch genauerer Untersuchung bezüglich ihrer Symptome und Ursachen bedarf. Auf lebenden Blättern von *Solanum melongena* wurde *Sp. melongenae* Thüm. in Portugal gefunden, *Sp. dolichopus* Pass. an welkenden Kartoffelblättern in Oberitalien, *S. ignobile* Karst. an Spargelstengeln in Finnland. Ob diese und andere hier nicht erwähnte Arten Schaden stiften, wissen wir nicht.

Die Gattung *Stemphylium* Wallr. besitzt niederliegende, verzweigte Konidienträger, welche endständig an den Ästen eiförmige bis fast kugelige, durch Längs- und Querwände geteilte Konidien erzeugen. Die bekannteste, von A. de Bary[1]) genauer studierte Art ist *S. ericoctonum* A. Br. et de By., welches die Bräune oder den Rußtau der Eriken in den Gewächshäusern verursacht. Die jungen Blätter der befallenen Pflanzen bekommen gelbe oder rote Flecken oder werden ganz gelb, die älteren dagegen werden braun und vertrocknen. Infolge des Blattverlustes sterben die Pflanzen meistens ab. Äußerlich ist der Pilz kaum bemerkbar; sein Mycelium besteht aus sehr feinem, zuletzt braungelben Fäden, die auf der Oberfläche kriechen. An den jungen, noch fast farblosen Mycelien werden auf kuzen Zweigen einzelne oder büschelförmig stehende, farblose, ein- bis zweizellige Konidien gebildet, denen am älteren Mycel dann die typischen, großen, eiförmigen Konidien mit mauerförmiger Teilung folgen. Die Keimung der Sporen tritt sofort ein. Obwohl Infektionsversuche nicht angestellt wurden, kann doch über den Parasitismus des Pilzes kein Zweifel herrschen, da alle erkrankten Pflanzen das Mycel mit den Konidienträgern zeigen. Wenn die Vermutung de Barys richtig ist, daß an den älteren Teilen der Erika der Pilz sich stets findet, und daß feuchte und dumpfe Luft sein Hinüberwachsen auf die jungen Sprossen begünstigt, so würde sich durch ausgiebige Lüftung und Trockenhaltung der Pflanzen die Krankheit am besten verhüten lassen. Eine saprophytische, auf Ästen wachsende Art, *S. piriforme* Bon., zeigt die Abbildung Fig. 42, *14*.

Außerordentlich ähnlich der soeben behandelten Gattung, aber durch die aufrechten, meist in Rasen beisammenstehenden Konidienträger verschieden ist *Macrosporium* Fries. Unter den zahlreichen Arten befinden sich viele Parasiten, welche Schwärzekrankheiten erzeugen. Im äußeren Ansehen stimmen sie mit Cladosporium überein, und auch mikroskopisch ist die Unterscheidung nicht immer sicher, besonders wenn die Sporen noch jung sind und die Bildung der Längswände noch nicht erfolgt ist. Wenn zuletzt die mauerförmige Teilung der Sporen vollendet ist, fällt freilich der Unterschied von Cladosporium sofort in die Augen. Die weitaus verbreitetste Art ist *M. commune* Rabh., das auf faulenden Pflanzenteilen oft weite Strecken mit seinen grünbraunen Rasen überzieht. Obwohl wir keine näheren Angaben darüber besitzen, so möchte ich es nicht für ausgeschlossen halten, daß der Pilz unter günstigen Umständen auch parasitisch aufzutreten vermag. Wichtig ist die durch *M. solani* Ell. et Mart. bei den Kartoffeln verursachte Krankheit Potata blight oder Early blight, die namentlich in Nordamerika vielen Schaden anrichtet. Seit dem Jahre 1895 ist die Dürrfleckenkrankheit der Kartoffeln, wie

[1]) In A. Braun, Über einige neue oder weniger bekannte Pflanzenkrankheiten in Verhandl. d. Ver. z. Bef. d. Gartenb. 1853, S. 178.

sie SORAUER bezeichnet, auch in Ungarn bekannt geworden, in Deutschland trat sie 1896 auf; die Beobachter betonen aber, daß der Pilz wahrscheinlich schon in früheren Jahren bekannt war, aber mit der Kartoffelkrautfäule verwechselt worden sein mag. Die erste Beobachtung in Ungarn durch K. SAJO und P. SORAUER[1]) Veranlassung, sich eingehender mit der Krankheit und ihrem Erreger zu beschäftigen. Die Kartoffelblätter zeigen rundliche, durch die Nerven eckigbegrenzte Flecken, die auf der Fläche unregelmäßig verteilt sind und in späteren Stadien zusammenfließen können. In jüngeren Stadien findet nur eine leichte Bräunung statt; später dagegen tritt intensive Braunfärbung auf, und der Flecken vertrocknet. Ein Ausbrechen des erkrankten Gewebes findet nicht statt. Am meisten charakteristisch erscheint die Isolierung der Flecken auf der Blattfläche, während bei der Phytophthorafäule das ganze Fiederblatt gebräunt und getötet wird. In den letzten Stadien der Dürrfleckenkrankheit findet dann ein Vergilben und Absterben der Blätter statt. Aus dem im Innern des Blattgewebes lebenden Mycel brechen durch die Oberhaut die Konidienträger hervor, an denen braune, umgekehrtkeulige und langgeschnäbelte Konidien entstehen. Der Basalteil der Konidie zeigt mauerförmige Teilung, während der lange Endteil nur einfach gefächert ist. Die Keimung der Sporen erfolgt sofort, und der Keimschlauch dringt durch eine Spaltöffnung ein. Die angestellten Infektionsversuche ergaben, daß nur die Kartoffel und die Tomate empfänglich für die Krankheit sind. Bei besonders üppigem Wachstum kann es zu Kettenbildung von Konidien kommen, wie sie etwa bei *Alternaria* bekannt sind. Aus diesem Grunde stellen SORAUER und JONES[2]) den Pilz zu dieser Gattung. Der von der Krankheit angerichtete Schaden macht sich besonders in Nordamerika empfindlich bemerkbar, während in Europa der Pilz nur selten so stark auftritt, daß er den durch die Phytophthora angerichteten Schaden übertrifft. Als Bekämpfungsmittel hat sich in Amerika Bordeauxbrühe bewährt. Das Bespritzen muß aber sehr zeitig erfolgen, da der Pilz etwas vor der Phytophthora auftritt und der Schaden bereits angerichtet ist, wenn die Spritzungen gegen diesen Schädling vorgenommen werden. Bemerkenswert ist auch die Beobachtung SAJOS[3]), daß auf Feldern, die im Jahre vorher von der Krankheit heimgesucht waren, der Schaden im folgenden Jahre größer wird. Daraus würde sich ergeben, daß der Fruchtwechsel ein gutes Präventivmittel abgeben würde.

Derselbe Pilz verursacht auch eine Tomatenkrankheit in Nordamerika. Hier beginnt die Fleckenbildung am oberen Ende des Blattes mit kleinen Punkten. Die Flecken gehen dann auf Blattstiel und Stengel über und zeigen hier eine schwarze Farbe. Die Bekämpfung geschieht ebenfalls durch möglichst zeitige und mehrmals wiederholte Bespritzung mit Bordeauxbrühe. Vielleicht nimmt die Art mit der von PLOWRIGHT aufgestellten *M. lycopersici* aus England überein, die auch GÜSSOW bei seinen Untersuchungen vor sich gehabt zu haben scheint.

M. parasiticum Thüm. kommt auf Allium-Arten in weiter Verbreitung vor. Besonders findet man den Pilz auf den Stellen, die von *Peronospora Schleideni* befallen worden sind. Dieser Umstand legt die

---

[1]) Auftreten einer dem amerikanischen Early blight entsprechenden Krankheit an den deutschen Kartoffeln in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VI, 1896, S. 1.
[2]) 9. Ann. Rep. Vermont Exp. Stat. 1897, p. 66.
[3]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VII, 1897, S. 4

Vermutung nahe, daß das Macrosporium entweder ein Parasit der Peronospora ist oder auf dem erst von der Peronospora abgetöteten Gewebe wächst. Solange diese Fragen nicht geklärt sind, mag der Pilz zu den Parasiten gerechnet werden. Nach einer gelegentlichen Beobachtung von PRILLIEUX und DELACROIX[1]) soll das Auftreten der Krankheit unabhängig von der Peronospora erfolgen können, denn es fand sich auf den von ihnen untersuchten Zwiebeln keine Spur dieses Pilzes. — Auf dem Rotklee hat CAVARA *M. sarciniforme* Cav. beobachtet. Die Blätter zeigen dunkelbraune Flecken, die sich schnell ausbreiten und das ganze Blatt zum Absterben bringen. Nach Beobachtungen MALKOFFS[2]) in Göttingen breitete sich die Krankheit außerordentlich schnell aus und kann deshalb unter begünstigenden Umständen Schaden anrichten. Man weiß vorläufig nichts Näheres. Ebensowenig sind wir näher über den Schaden unterrichtet, den *M. uvarum* Thüm. auf reifen Weintrauben anrichten soll. Nicht selten findet sich auf den Blättern und Schoten von *Cheiranthus cheiri* das *M. cheiranthi* (Lib.) Fries, auf Mohrrübenblättern in Nordamerika *M. carotae* Ell. et Lang., *M. cladosporioides* Desm. auf *Beta* und *Lactuca*. *M. hesperidearum* Punt. bringt den „Meltau der Hesperiden" hervor, welche auf Orangen und Mandarinen in Campanien mit dem *Pleospora hesperidearum* Catt. in Verbindung steht.

Die Gattung *Mystrosporium* Corda unterscheidet sich von Macrosporium durch die kürzeren, steiferen und dunkleren Konidienträger. An Halmknoten und Blättern des Getreides soll *M. abrodens* Neumann in Südfrankreich dadurch Schaden stiften, daß die Knoten brüchig werden und die Ähren eine unvollkommene Entwickelung zeigen. Nähere Angaben darüber fehlen noch.

Von Macrosporium unterscheidet sich *Alternaria* Nees dadurch, daß die Konidien nicht einzeln an den Konidienträgern stehen, sondern in Ketten. Die Konidien besitzen meist umgekehrt-keulige Gestalt, und der lange Endschnabel bildet eine Art Zwischenstück, durch das die Sporen verbunden erscheinen. Daß bei üppigem Wachstum auch bei Macrosporium solche Ketten vorkommen können, haben wir bereits oben S. 153 gesehen. Der bekannteste Vertreter ist *A. brassicae* (Berk.) Sacc., der von J. KÜHN zum Vertreter einer besonderen Gattung *Polydesmus* erhoben und *P. exitiosus* benannt wurde. Der Pilz erzeugt gefährliche Schwärzekrankheiten bei verschiedenen Brassica-Arten. Die spindeligen oder keuligen Konidienträger sind häufig zu Ketten verbunden (Fig. 42, *9*). Daß die Art keine selbständige Gattung im Sinne KÜHNS bilden kann, hat P. VOGLINO[3]) durch seine Kulturversuche erwiesen, denn die ganze Entwickelung ist identisch mit der erwähnten Alternaria-Art.

Der Rapsverderber, der oft auch als *Sporidesmium exitiosum* bezeichnet wird (vgl. I, S. 312), verursacht namentlich bei jungen Pflänzchen von Raps und Rübsen auf den grünen Teilen und den Schoten kleine, schwarzbraune Flecken, die aus dem Mycel und den Konidien des Pilzes bestehen. Das umliegende Gewebe der Nährpflanze wird zuletzt mißfarbig und vertrocknet; die Schoten schrumpfen ein und springen auf. Für die schnelle Ausbreitung der Schwärze wirkt be-

---

[1]) Bull. Soc. Mycol. de France IX, 1893, S. 201.
[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, 1902, S. 283.
[3]) Malpighia XVI, S. 333.

sonders feuchtwarme, schwüle Witterung; unter diesen Umständen können ganze Felder in wenigen Tagen stark geschädigt werden. Ein Bekämpfungsmittel der weitverbreiteten und sehr schädlichen Krankheit kennt man nicht. Eine Varietät dieser Art befällt nach J. KÜHN die Möhren, bei denen zuerst die Blattspitzen sich schwärzen und vertrocknen. Zuletzt vertrocknet der ganze Laubapparat, und auch die Wurzeln sollen vom Pilze angegriffen werden können. Eine andere Varietät *nigrescens* wurde von V. PEGLION [1]) auf *Cucumis melo* beobachtet und wird von ihm als spezifisch für diese Nährpflanze angesehen. Die Bekämpfung wurde mit Bordeauxbrühe versucht, die vermutlich gute Dienste tut, wenn in je 15 l der Mischung noch 100 g Zucker oder 50 g Salmiak getan werden.

Ein weiterer Schädling wurde von BEHRENS [2]) in *A. tenuis* Nees erkannt, die den Schwamm der Tabaksetzlinge verursachen soll. Die jungen Keimpflanzen werden schlaff, schmutzig dunkelgrün und überziehen sich zuletzt mit schwarzen, samtartigen Pilzrasen. Die farblosen Mycelfäden hüllen die Pflanzen vollständig ein und dringen auch stellenweise in sie ein. Neben den Kettenkonidien treten auch eiförmige, einzellige, ebenfalls in Verbänden stehende Konidien auf, die dem Cladosporium- oder Hormodendrontypus angehören. Wie BEHRENS angibt, erweisen sich gesunde Pflanzen als immun gegen die Krankheit; erst geschwächte Setzlinge zeigen eine weitgehende Disposition. Allzu hohe Luft- und Bodenfeuchtigkeit sowie auch geringe Durchlüftung schienen im wesentlichen die schwächenden Momente zu sein. Wie weit eine Übertragung der Sporen durch die Samen möglich ist, darüber gibt BEHRENS einige Beobachtungen, die sich auf das Anheften der Sporen an die Samen beziehen. Auf Veilchen in Nordamerika beobachtete DORSETT [3]) als Ursache einer Blattfleckigkeit die *v. violae* Gall. et Dors. Auch hier erliegen die schwächlichen Pflanzen zuerst dem Angriffe des Parasiten, und als Verhütungsmaßregeln haben sich die Abhaltung allzu großer Feuchtigkeit und genügende Durchlüftung bewährt. In Ungarn tritt auf Gartennelken *A. dianthi* St. et Hall. [4]) auf, der an den Stengeln und unteren Blatteilen kleine schwarze Punkte erzeugt. Er ist jedenfalls mit dem nordamerikanischen Pilze identisch. Auf Stachelbeeren wurde *A. grossulariae* Jacz. in Rußland und der Schweiz [5]) gefunden, welche braune oder schwarze Flecken auf den unreifen Beeren erzeugt und sie zum Abfallen bringt. In Ostafrika bringt *A. macrospora* Zimm. auf der Baumwolle eine Blattfleckenkrankheit hervor, welche eine gefährliche Epidemie der nützlichen Pflanze verursacht. Endlich wäre noch *A. vitis* Cav. zu nennen, welche auf der Blattoberseite von *Vitis* sich entfärbende Flecken längs den Rippen erzeugt.

Der Gattung *Fumago* Pers. wurde bereits in Bd. I, S. 256 Erwähnung getan.

Von den Abteilungen der Helicosporae und Staurosporae kennt man keine Schädlinge.

---

[1]) Rivist. di Patol. II, 1893, S. 227.

[2]) Über den Schwamm der Tabaksetzlinge in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. II, 1892, S. 327.

[3]) Spot disease of the violet in Bull. 23, U. S. Dept. Agric. Div. Veg. Phys. 1900.

[4]) MOESZ in Bot. közlem. 1917, S. 8.

[5]) O. SCHNEIDER in Schweiz. Zeitschr. f. Obst- und Weinbau XXI, 1912, S. 5.

Stilbaceae.

Wir kommen nun zu der Formfamilie der Stilbaceae, die sich dadurch auszeichnet, daß ihre Konidienträger zu festen Coremien zusammentreten und so einen gleichsam aus einheitlichem Gewebe bestehenden Fruchtkörper bilden. Coremien treten auch sonst vielfach bei üppigem Wachstum auf, aber wir können dann stets daraus wieder die einfachen Konidienträger ableiten (z. B. *Penicillium*); anders dagegen bei den Stilbaceen, bei denen einfache Konidienträger, selbst bei schlechter Ernährung, nicht auftreten. Die Stiele der Coremien bestehen aus längsparallel verlaufenden, septierten, starren Hyphen, die an der Spitze entweder pinselig auseinandersperren oder sich verzweigen und eine Art Köpfchen bilden. An den Spitzen der Endauszweigungen des Köpfchens werden die Konidien gebildet, die entweder einzeln oder in Ketten entstehen können. Über die Entwickelung und über die Zugehörigkeit zu Ascomyceten wissen wir bisher nur sehr wenig. Nach der Farbe der Coremien und Konidien teilt man die Familie in Hyalostilbeen und Phaeostilbeen ein.

Unter der ersteren Gruppe wäre zuerst die Gattung *Stilbella* Lindau (= *Stilbum* Aut. non Tode) zu erwähnen. Die Coremien bilden an der Spitze ein kleines hyalines Köpfchen, an dessen Fäden die einzelligen, kleinen, hyalinen Konidien ansitzen; häufig ist der ganze Kopf von Schleim umhüllt.

Soweit bisher bekannt, sind alle Arten der Gattung Saprophyten und kommen auf faulenden Pflanzenteilen und Mist vor. Einige davon verursachen eine Erkrankung der Kaffeeblätter, so z. B. *S. nana* (Mass.) Lindau, welche die als „thread bligth" bekannte Erkrankung in Assam verursacht. Eine gefährliche Krankheit verursacht *S. flavida* (Cooke) Kohl. Mit dieser Art hat sich G. Kohl[1]) eingehender beschäftigt, und seine Resultate wurden später von A. Puttemans[2]) bestätigt und etwas erweitert. Aus diesen Arbeiten ergibt sich folgende Lebensgeschichte des Schädlings. Auf den Blättern, ebenso auch an den jungen Früchten und Zweigen entstehen blaßgelbe Flecken, auf denen sich die etwa 1½ mm langen, zarten, gelblichen, später bräunlichen Coremien des Pilzes erheben. Der Stiel besteht aus parallelen Hyphen, die an der Spitze ein nach oben sich verbreiterndes, knopfförmiges Köpfchen bilden. Am peripherischen Teil des Köpfchens sitzen flaschenförmige Sterigmen, die nach außen einen oder mehrere, einfache oder sich häufig verzweigende Schläuche treiben, an denen Kohl die Bildung von winzigen, ellipsoidischen, hyalinen Konidien beobachtet hat. Puttemans konnte keine Konidienbildung feststellen, und es erscheint deshalb nicht ausgeschlossen, daß das Unterbleiben der Sporenbildung mit dem Infektionsmodus zusammenhängt. Trotzdem nämlich die Konidien auf Nährlösungen auskeimten, aber niemals Fruchtkörper bildeten, gelang die Infektion einer Kaffeepflanze mit ihrer Hilfe niemals. Die Infektion erfolgt dagegen stets durch die abgerissenen Köpfchen, welche auf den Blättern durch abgesonderten Schleim ankleben und Keimschläuche austreiben, die in das Blatt eindringen. Diese eigentümliche, auch von Noack in Brasilien beobachtete Infektionsform erklärt Kohl damit, daß der Pilz vielleicht noch nicht lange genug sich an die Kaffeepflanze angepaßt hat; die Konidien würden

[1]) Beihefte zum Tropenpflanzer IV n. 1, 1903, S. 59, Tab. 1—3.
[2]) Bull. Soc. Mycol. France XX, 1904, p. 157, Tab.

also noch nicht die Kraft erlangt haben, die Infektion auszuführen. Wahrscheinlich wird diese Ansicht dadurch, daß der Pilz auch auf anderen Pflanzen, namentlich an den Schattenbäumen der Kaffeeplantagen, als Saprophyt auftritt. Wir würden es demnach bei diesem Schädling mit einem Parasitismus zu tun haben, der erst vor kurzer Zeit erworben und noch in der Entwickelung begriffen ist. Die Fruchtkörper entstehen meist auf der Oberseite der Flecken, und die Neuinfektion erfolgt deshalb auch gewöhnlich an der Oberseite des Blattes, indem die aus dem Köpfchen auskeimenden Hyphen die Cuticula durchsetzen und allmählich das ganze Blattmesophyll mit dichten Mycelwucherungen erfüllen. Auf den Flecken treten noch andere Pilze auf, die aber sicher nicht in den Entwickelungskreis der *Stilbella* gehören. Bei der weiten Verbreitung des Pilzes in den kaffeebauenden Ländern, namentlich in Amerika, erscheint es dringend geboten, auf energische Bekämpfungsmittel zu dringen. Dies dürfte aber um so schwieriger sein, weil die Kaffeepflanze nicht der einzige Wirt ist und eine Neuinfektion stets wieder zu befürchten ist, wenn die Vernichtung des Schädlings auf dem Kaffee gelungen sein sollte. Deshalb verspricht auch die Bekämpfung des Pilzes auf den Nachbarpflanzen einigen Erfolg, aber es erscheint doch fraglich, ob sie durchführbar ist. Kohl schlägt deshalb in erster Linie vor, die Kaffeepflanze selbst durch geeignete Düngung, namentlich mit Kalk und auch Kali, widerstandsfähig zu machen. Daneben dürften solche Spritzmittel Erfolg versprechen, welche längere Zeit an den Blättern haften bleiben. Wie weit unter Beobachtung dieser Vorschläge eine Beseitigung der Schädigungen möglich ist, darüber liegen zurzeit noch keine Erfahrungen vor.

Erwähnt möge die hierher gehörige Gattung *Isaria* Pers. werden, deren Arten entweder auf Pflanzen saprophytisch oder auf Insekten parasitisch wachsen. Sie gehören als Konidienformen zu Cordyceps-Arten (vgl. I, S. 272) und kommen für die Phytopathologie insofern in Betracht, als sie beim Überhandnehmen von schädlichen Insekten oder ihrer Larven meist in ungeheueren Mengen aufzutreten pflegen und die Tiere in kurzer Zeit zu vernichten vermögen. *I. fuciformis* Berk. wurde an Ähren von Gräsern in England und an keimenden Getreidekörnern in Australien beobachtet. Näheres ist nicht bekannt.

Unter den Phaeostilbeae wäre zuerst die Gattung *Graphium* Corda zu nennen, deren Coremium aus parallelen Fäden besteht, die an der Spitze sich auflockern und hier die einzelligen Konidien bilden. Man kennt an toten Pflanzenteilen viele Arten, aber es ist ungewiß, ob sie schädigend auftreten können. Dasselbe ist mit den Arten von *Sporocybe* Fr. bekannt, die sich von *Graphium* durch die dunklen Sporen unterscheiden. Die Gattung *Stysanus* Corda bildet ihre Sporen in Ketten aus; die Coremien tragen meist ein zylindrisches oder keuliges Köpfchen. Die gemeinste Art *S. stemonites* (Pers.) Corda findet sich auf faulenden Pflanzenteilen; nur von *S. veronicae* Passer. wird angegeben, daß sie auf den lebenden Blättern von *Veronica longifolia* in Gewächshäusern Flecken bilden, die sich allmählich ausbreiten und das ganze Blatt zum Vertrocknen bringen. Auch über diese Krankheit liegen keine ausführlichen Beobachtungen vor.

Auf Weinbeeren hat Cavara die *Briosia ampelophaga* Cav. beobachtet. Die Coremien bilden feste, dunkle Köpfchen, auf denen die kugeligen Konidien in Ketten entstehen.

Endlich wäre noch die Gattung *Isariopsis* Fries zu nennen, deren Konidienträger zu einem lockeren, gefärbten Säulchen zusammenstehen; am Ende der Träger werden zylindrische, mehrzellige Konidien von blasser Farbe gebildet. *I. alborosella* (Desm.) Sacc. kommt häufig an Blättern von *Cerastium* und *Stellaria* vor. Als Schädling von Bohnen ist *I. griseola* Sacc. bekannt geworden. Das Mycel bildet unterhalb der Spaltöffnungen ein kleines Stroma, aus dem die Konidienträger sich erheben. Sie sind einzellig mit keulig verdickter Spitze und bilden zylindrische oder spindelförmige, drei- bis vierzellige Konidien. Häufig tritt der Pilz mit *Uromyces phaseoli* zusammen auf, verursacht wohl aber kaum so großen Schaden wie diese Uredinee.

Tuberculariaceae.

Der Unterschied der T. gegenüber den beiden ersten Familien der Hyphomyceten besteht darin, daß die Konidienträger zu lagerartigen Fruchtkörpern zusammentreten. Gewöhnlich bilden vegetative und fruktifikative Hyphen zusammen die höcker- oder polsterförmigen, nur sehr selten ausgebreiteten Fruchtkörper, die in einigen Fällen noch auf einer Art von stromatischer Unterlage aufsitzen. Wir sind bisher noch nicht vollkommen von der Entwicklung dieser Formen unterrichtet und wissen von der Entstehung der Lager noch recht wenig. In den weitaus meisten Fällen wuchert das Mycel im Innern der befallenen Pflanzenteile, und erst die Lager brechen an die Oberfläche hervor. Die meisten hierher gehörigen Formen werden als Saprophyten angesehen, aber mit der genaueren Untersuchung mehren sich die Fälle, in denen einzelne Arten als Parasiten erkannt worden sind. Allerdings scheint es so, als ob viele nur unter bestimmten Bedingungen sich zu fakultativen Parasiten ausbilden; meist gehen sie erst vom toten Gewebe auf lebendes über.

Die systematische Einteilung ist bisher noch wenig geklärt. Man unterscheidet nach der Farbe des Mycels oder der Fruchtträger und Konidien die beiden Hauptgruppen Tuberculariaceae mucedineae und T. dematieae, die dann wieder nach der Teilung der Konidien in die bekannten Unterabteilungen zerfallen. Von mehreren wurde die Zugehörigkeit zu Ascomyceten erwiesen, so von den allbekannten *Tubercularia*-Arten (zu *Nectria*), von *Sphacelia* (zu *Claviceps*), von *Endoconidium* (zu *Hymenoscypha*) usw.

Wir behandeln zuerst die hyalin gefärbten Gattungen.

Wichtig ist die Gattung *Tubercularia* Tode, deren gemeinster Vertreter, *T. vulgaris* Tode, in der kälteren Jahreszeit auf den Ästen vieler Holzgewächse seine roten polsterförmigen Frucktkörper ausbildet. Bei der Darstellung seiner Askenform, *Nectria cinnabarina*, ist bereits in ausführlicher Weise auf ihn eingegangen worden (I, S. 205), so daß sich hier eine nochmalige Darstellung erübrigt. Die zahlreichen anderen Arten finden sich ebenfalls an Holzgewächsen, können aber hier wegen ihrer geringen Bedeutung übergangen werden.

Auf Uredineenlagern schmarotzt *Tuberculina* Sacc. mit ihrer häufigsten Art *T. persicina* (Ditm.) Sacc. Die Lager sind sehr klein, violett und bilden zuletzt ein kleines Sclerotium. Die fast kugeligen Konidien stehen an einfachen, kurzen Trägern endständig.

Ebenfalls zu Nectria-Arten gehören die auf Flechten schmarotzenden Spezies der Gattung *Illosporium* Mart. *I. carneum* Fries bildet kleine,

rote, hervorbrechende Lager auf *Peltigera canina;* die Lager sind von Schleim umschlossen und zerfallen zuletzt zu einer staubigen Masse von Konidien.

Auf Roggenkörnern wurde *Endoconidium temulentum* Prill. et Delacr. gefunden. Die weißlichen, kissenförmigen Lager bestehen aus verschiedenen Trägern, in denen die Konidien erzeugt werden; diese treten an der durchbohrten Spitze der Äste hervor. Als Schlauchform gehört *Hymenoscypha temulenta* dazu. Prilleux nimmt an, daß der Pilz die Ursache einer Art von Taumelroggen sei, denn nach dem Genuß der Körner erkrankten sowohl Menschen wie Haustiere (vgl. I, S. 344).

Ein gefährlicher Parasit tropischer Nutzpflanzen ist *Necator decretus* Massee. Dieser hauptsächlich auf den Stamm und den Zweigen vom Kaffee auftretende Parasit wurde zuerst von Malakka durch Massee beschrieben und später auch auf Java von Zimmermann gefunden und genauer untersucht. Er kommt auch auf *Thea chinensis*, *Bixa orellana*, *Erythroxylon coca* und anderen Plantagenpflanzen vor. Der letztere Autor weicht in der Beschreibung der Sporenbildung etwas von Massee ab; ich folge seiner Darstellung[1]). Die Fruchtkörper sind ungefähr kreisförmig, orangerot, denen eines Gloeosporium äußerlich ähnlich und stehen meist in großer Zahl zusammen, so daß sie sich häufig berühren und kleine Gruppen bilden. In feuchter Luft schwellen die Lager dick an, bei Trockenheit schrumpfen sie vollständig ein. „Die jungen Fruchtkörper sind von der Cuticula bedeckt und besitzen eine ungefähr kugelige Gestalt. Sie bestehen aus einer dünnwandigen Wandschicht, die ganz von gleichartigen, pseudoparenchymatisch untereinander verbundenen Zellen erfüllt ist. Nach Sprengung der Cuticula öffnen sie sich an der der freien Oberfläche zugekehrten Seite. Die obersten Zellen runden sich dann ab und lösen sich als Sporen von den umliegenden ab. Allmählich schreitet dieser Prozeß immer mehr nach innen fort, und es werden so fast alle Zellen der Fruchtkörper in Sporen verwandelt. Eine kettenförmige Anordnung ist weder an den jungen noch an den alten Fruchtkörpern deutlich zu erkennen." Der reife Fruchtkörper besteht dann an seiner Oberfläche aus einer mehr oder weniger dicken Schicht von unregelmäßig gestalteten, einzelligen Sporen, die in Wasser schnell wieder auskeimen. Nach Massee sollen die Konidien in kettenförmiger Anordnung entstehen und orangerotes Plasma besitzen. Der Pilz ist den Kaffeeplantagen sehr verderblich, da er die Bäume in kurzer Zeit zu vernichten vermag. Die Bekämpfung könnte sich höchstens auf die Abtötung der Sporen beschränken; es scheint aber nach dieser Richtung hin bisher nichts versucht worden zu sein.

Endlich wäre noch die Gattung *Volutella* Tode zu erwähnen, welche scheibenförmige Fruchtkörper besitzt, die am Rande von Borsten umgeben sind. Dadurch gewinnen die Lager eine gewisse Ähnlichkeit mit denen von *Colletotrichum*, aber sie unterscheiden sich bei der mikroskopischen Untersuchung sofort durch die oberflächliche Art des Aufsitzens und die viel kleineren Konidien. *V. ciliata* (Alb. et Schwein.) Fries und *V. setosa* (Grev.) Berk. kommen weit verbreitet auf faulenden Pflanzenteilen vor. Als Parasiten betrachtet Atkinson die *V. leucotricha* Atk., die von ihm auf Pfropfreisern von Gartennelken in Nordamerika beobachtet wurde. Eine Apfelfäule in Nordamerika haben

[1]) Centralbl. f. Bakt.- u. Parasitenkunde 2. Abt. VII, S. 145.

F. L. STEVENS und J. G. HALL [1]) beobachtet. Es treten schwarze Fäulnisstellen an Äpfeln auf, die steife schwarze Haare tragen und im Innern weich, aber schwammig-trocken sind. Es sind keine Konidien im Zusammenhang mit den Hyphen beobachtet worden. Wenn der Pilz zu *V. fructi* Stev. et Hall gestellt worden ist, so dürfte dies mehr eine Vermutung sein, für welche die beiden Autoren ihre Gründe angeben.

Unter den dunkelfarbigen Tuberculariaceen würde die Gattung *Exosporina* Oudem. zu erwähnen sein, die sich von *Exosporium* durch die einzelligen, dunkelgefärbten, reihenweise abgegliederten Konidien unterscheidet. Die einzige Art *E. laricis* Oud. schädigte in Holland die Nadeln der Lärchen.

Es würde endlich noch *Exosporium* Link in Betracht kommen. Die Fruchtlager bilden gewölbte, feste, dunkelfarbige Polster, in denen die einfachen Konidienträger dicht gedrängt nebeneinander stehen. Am Ende der Träger entstehen einzeln die länglichen, mehrzelligen Konidien. An Lindenzweigen ist das *E. tiliae* Link sehr häufig; doch weiß man nicht, ob es auch parasitisch wächst. Dagegen berichtet A. v. JACZEWSKI [2]), daß *E. juniperinum* (Ell.) Jacz. eine in Rußland verbreitete Krankheit des Wacholders verursacht. Die Konidienlager finden sich immer auf den halbverwelkten Nadeln, besonders auf der Unterseite, während das Mycel sich bis in die Äste hinein verfolgen läßt. Da die Nadeln bald absterben und von den durch das Mycel befallenen Ästen nicht wieder ersetzt werden, so stirbt der Strauch schon nach wenigen Jahren ab. Die Krankheit kommt auch in Nordamerika vor. *E. ulmi* Erikss. [3]) ist in verschiedenen Baumschulen Schwedens beobachtet worden, wo er an jungen Ulmen ein ziemlich starkes Absterben von Zweigspitzen und ganzen Zweigen veranlaßte.

Auf Kirschen kommt *Chaetostroma cerasi* Jacz. [4]) in Rußland vor. Die Früchte zeigen dicht am Stiele einen braunen und eingedrückten Stiel, auf dessen Oberfläche feine schwarze Punkte erscheinen. Das sind die Früchte des Parasiten, der hier seinen Ausgangspunkt nimmt und nach kurzer Zeit die ganze Kirsche verfaulen läßt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sich auch noch bei anderen Gattungen der Familie Parasiten finden werden; unsere Kenntnisse sind aber noch zu gering, um darüber Positives aussagen zu können. Überhaupt muß immer wieder betont werden, daß die hier gegebene Darstellung keineswegs vollständig sein kann. Ich habe mich bemüht, möglichst alles zusammenzutragen, habe aber naturgemäß auf die Darstellung derjenigen Formen verzichten müssen, von denen bisher ein merkbarer Schaden nicht berichtet worden ist. Da man von allen Seiten beginnt, der Gruppe der Fungi imperfecti größere Beachtung in bezug auf ihr Verhalten zur lebenden Pflanze zu schenken, so wird es unvermeidlich sein, daß schon in wenigen Jahren die vorstehende Darstellung unvollständig und zum Teil den Tatsachen nicht entsprechend ist.

Sterile Mycelien.

Nachdem in dem vorstehenden Kapitel versucht worden ist, unsere Kenntniss derjenigen Pilze, von denen Fruktifikatiensorgane bekannt

---

1) Journ. of Mycol. XIII, 1907, S. 94.

2) Über eine Pilzkrankheit auf dem Wacholder in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, 1901, S. 203.

3) Mycol. Centralbl. I, 1912, S. 35.

4) H. VON DIAKONOFF in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XX, 1910, S. 465.

sind, zusammenzufassen, bleiben nun noch einige gut charakterisierte Formen übrig, von denen bisher nur das sterile Mycel aufgefunden wurde. Jede neue Untersuchung kann natürlich die fehlenden Fruchtformen aufdecken und die Einreihung der bisher außerhalb des Systems stehenden Formen in bekannte Familien veranlassen.

Auf die isoliert stehenden Sklerotien wurde bereits bei der Darstellung der Botrytis- und Sclerotinia-Arten (I, S. 376) hingewiesen, so daß wir uns zunächst mit den unter dem Namen *Rhizoctonia* DC. zusammengefaßten Mycelien zu beschäftigen haben.

Am bekanntesten und am eingehendsten untersucht ist der Wurzeltöter der Luzerne, *Rh. medicaginis* DC. Auf den Luzernefeldern treten im Juni und Juli kreisförmige Fehlstellen auf, in denen die Pflanzen gelb und welk werden. Die Blätter der verfärbten Stengel vertrocknen, und die Pflanzen sterben ab. Von irgendeiner schädigenden Ursache sieht man an den oberirdischen Organen nichts; sobald man aber die Pflanzen aus dem Boden zieht, so bemerkt man, daß die Pfahlwurzel mit einem dichten, violetten Pilzgewebe umsponnen ist, das gewöhnlich auch den größten Teil der feinen Faserwurzeln umgibt. Dadurch, daß die Seitenwurzeln an der Spitze fortwachsen und das Mycel erst allmählich von der Basis her sie umspinnt, vertrocknet die Pflanze nicht auf einmal, sondern stirbt allmählich ab. Von den Mycelüberzügen gehen auch Fäden und Stränge in das benachbarte Erdreich und stecken die in der Nähe stehenden Pflanzen an. Die Wurzeln werden weich und welk und verfaulen unter vollständiger Vermorschung des Gewebes. An verschiedenen Stellen der Wurzeln zeigt der Überzug eine verchiedene Dicke; mit ihrer Oberhaut steht er in fester Verbindung. Meistens sind die Überzüge watteartig locker, doch liegen sie auch öfter dicht an. An der Berührungsfläche mit den Wurzeln findet man gewöhnlich kleine, violette, kegelförmige Wärzchen, aus denen kegelförmige Mycelstränge hervorgehen, die in das Innere der Wurzeln eindringen und ihre Fäden sich zwischen und in den Zellen ausbreiten lassen. Diese Funktion der Wärzchen hat E. PRILLEUX[1]) gefunden; andere Autoren geben an, daß sich daraus Perithecien entwickeln sollen. Während die Fäden des äußeren Mycels 4,5—9 μ dick sind und eine mäßig dicke, violette Membran besitzen, zeigen die im Innern wachsenden Hyphen einen viel geringeren Durchmesser und sind farblos. Meistens sitzen sie im Rindengewebe. FUCKEL will nun gefunden haben, daß die Wärzchen sich später zu Perithecien entwickeln, und daß außerdem noch andere Nebenfruchtformen hierher zu ziehen sind. Er nennt den Perithecienpilz *Byssothecium circinans*, SACCARDO *Leptosphaeria*, WINTER endlich *Trematosphaeria*. Während nun die einen Beobachter, wie PRUNET[2]) und LÜSTNER[3]), die Zugehörigkeit zu dieser Schlauchform bestätigen, lehnen andere, wie WINTER und FRANK[4]), den Zusammenhang ab. In neuester Zeit hat J. ERIKSSON[5]) den Pilz näher untersucht und findet ebenfalls als Abschluß die *Leptosphaeria circinans*, so daß die Zugehörigkeit dieses Pymomyceten als bewiesen gelten kann. PRUNET schlägt vor, die betroffenen Stellen durch einen Graben zu isolieren,

[1]) Compt. rend. CXIII, 1891, p. 1072.
[2]) Compt. rend. CXVII, 1893, p. 252.
[3]) Ber. d. Kgl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau zu Geisenheim 1902, S. 200.
[4]) Die Krankheiten der Pflanzen II, S. 515.
[5]) Arkiv f. Botanik XIV, 1915, n. 12; hier auch die Literatur.

dessen Wände mit Schwefel bestreut werden sollen, während die infizierte Stelle mit einer dicken Schicht Kalk bedeckt werden soll. Auf den erkrankten Stellen muß der Luzernebau mehrere Jahre ausgesetzt werden. Der Luzernetöter ist in Europa sehr weit verbreitet und tritt häufig mit äußerster Heftigkeit auf; auch für Amerika ist sein Vorkommen nachgewiesen.

Es kommen nun weiter auf vielen anderen Pflanzen ganz ähnliche Wurzeltöter vor, die von TULASNE alle unter einem Namen *Rh. violacea* zusammengefaßt worden sind, daß sie sich kaum durch morphologische Merkmale unterscheiden lassen. Andere Autoren machen besondere Arten daraus. Die Streitfrage, ob wir es wirklich mit verschiedenen Pilzen zu tun haben, ist so lange müßig, wie wir die zugehörigen Fruchtformen nicht kennen. Auf den Zwiebelknollen des Safrans verursacht der Safrantod (*Rh. crocorum* DC.) eine ganz ähnliche Erkrankung, die äußerlich ebenfalls an den kreisförmigen Fehlstellen zu erkennen ist. Das Mycel bildet zuerst auf der Innenseite der Zwiebelschale kleine, weißflockige Häufchen, aus denen die Fäden sich ausbreiten und die Innenseite der Schale gleichmäßig überziehen. Die Häufchen vergrößern sich und nehmen fleischige Konsistenz an; zuletzt färbt sich das ganze Mycel violett, dringt in die inneren Zwiebelschalen ein und umgibt äußerlich die ganze Zwiebel mit einem dichten Mycelgeflecht. Die Zwiebel wird schließlich bis auf die faserige Zwiebelschale zerstört. Die Mycelfäden wachsen auch hier durch den Boden zu den benachbarten Zwiebeln und dringen nach PRILLIEUX durch die Spaltöffnungen in das Gewebe der Schuppen ein. An den Mycelsträngen sowie auch an dem die Zwiebel umgebenden Mycelfilz entstehen häufig rundliche oder längliche Sklerotien. Die Kranhheit richtet in Südfrankreich besonders, wo sie seit sehr langer Zeit bekannt ist, vielen Schaden an. Für die Bekämpfung empfehlen sich wohl auch nur Aussetzen der Safrankulturen und Desinfizierung des Bodens. J. ERIKSSON[1]) untersuchte auf Grund von zahlreichen Exemplaren die Spezies näher und kommt darauf, daß er die Arten *Rh. violacea* und *Rh. crocorum* zusammenfaßt zu einer Spezies *Hypochnus violaceus* (Tul.) Erikss.

Eine weitere Art ist *Rh. aspargai* Fuck., die von FUCKEL nach Exemplaren am Rhein benannt wurde. Darüber hat J. ERIKSSON[2]) ebenfalls Versuche angestellt, ohne daß es ihm gelungen wäre, die höhere Fruchtform zu finden. Er ist der Meinung, daß diese Art noch genauer untersucht werden muß, und verweise ich zum Studium der Spezies und ihrer Literatur auf seine Arbeiten. Auf verschiedenen Kleearten, Serradella, Möhren, Fenchel, Schalotten und anderen Nutzkräutern kommt derselbe Mycelpilz unter ganz ähnlichen äußeren Erscheinungen vor und stiftet bisweilen großen Schaden. Weniger schädlich, aber weit verbreitet in Deutschland finden sich ähnliche Wurzelpilze auf den Zucker- und Futterrüben (Rotfäule) sowie auf den Kartoffelknollen. Die Mycelfäden sitzen zuerst äußerlich auf und dringen dann in das Innere ein, indem sie ein Verfaulen der Gewebe veranlassen.

Endlich wäre der Grind der Kartoffeln, oft auch Pocken genannt, zu erwähnen, der von KÜHN auf *Rh. solani* zurückgeführt wird. SACCARDO

[1]) Rev. gén. de Botanique XXV, 1913, S. 14; siehe hier die Literatur.
[2]) Arkiv f. Botanik XIV, 1915, n. 12.

zieht zwar diese Art auch zu *Rh. violacea*, aber dem äußeren Auftreten nach scheint sie doch davon verschieden zu sein. Auf der Oberfläche der Knollen treten stecknadelkopfgroße oder etwas größere, zuerst weißliche und dann später dunkelbraune Wärzchen auf, die aus paraplektenchymatischem Gewebe bestehen, und von denen aus braune Mycelfäden auf der Schale hinkriechen. Der Wert der Kartoffeln wird durch den Pilz für Brennerei- und Futterzwecke nicht weiter herabgesetzt, für Speisezwecke ist eine Verminderung nur durch das Unansehnlichwerden des Äußeren bedingt. SORAUER hat zwar ein *Helminthosporium* auf diesen Pusteln gefunden, es scheint aber höchst zweifelhaft, ob es dazu gehört. Nun hat in neuester Zeit ROLFS eine neue Meinung über die Zugehörigkeit von *Rh. violacea*, die er mit *Rh. solani* identifiziert, geäußert[1]). Er zieht dazu *Corticium vagum* var. *solani*, also einen Hymenomyceten. Es erscheint mir diese Ansicht noch durchaus als unbewiesen, vor allen Dingen dürfte die Basidienform eher zu den Hypochnaceeen als zu Corticium zu stellen sein. Da das Mycel sich im Boden verbreitet, so kann gegen die sehr gefährliche Erkrankung nur durch Bodendesinfektion vorgegangen werden. Man hat Bekämpfungsversuche mit den Knollen angestellt und WESTERDIJK[2]) fand, daß ein Eintauchen von 1½ Stunden in eine Lösung von $1^1/_{10}$ Sublimat gute Resultate ergab.

Ein bekannter anderer Mycelpilz ist der Schimmel der Vermehrungsbeete, auch kurz Vermehrungspilz genannt. Er findet sich in Stecklingskästen und Vermehrungshäusern, als feiner schleierartiger Bezug den Boden überziehend. Die Stecklinge gehen unter Schwarzfärbung ihrer Basis zugrunde. Die Fäden sind anfangs hyalin, septiert und bräunen sich später, indem die Wand sich gleichzeitig verdickt. Das Wachstum erfolgt in enorm schneller Weise, da das Mycel sich oft in einer einzigen Nacht über einen Kasten auszubreiten vermag. Nach den Untersuchungen SORAUERS[3]) und ADERHOLDS[4]) kommen gelegentlich Fäden vor, die sich in kugelige Gliederzellen zu zerteilen beginnen. W. RUHLAND[5]) untersuchte den Pilz und konstatierte ebenfalls, daß hier bloß ein Mycel vorliegt, das „Pseudokonidien" trägt, d. h. kugelige, bald absterbende Zellen, welche nach Art der Monilien auseinander hervorgehen. Er nennt den Pilz *Moniliopsis*. Die Stecklinge der Pflänzchen erweisen sich als von Mycel durchzogen, und das Parenchym ist zum Teil vom Pilze aufgezehrt. Als Vorbedingung für das Wachstum des Vermehrungspilzes muß die stagnierende feuchte Luft in den Kästen oder Häusern gelten. Es würde also zur Verhütung der Erkrankung die ausreichende Durchlüftung des Hauses, soweit dies eben angängig ist, notwendig sein. Wenn der Pilz einmal vorhanden ist, so muß die Holzwandung sterilisiert oder durch Zementwandung ersetzt werden, und der Boden muß erneuert und möglichst durch reinen Quarzsand, ohne jedes Moos oder andere Beimischungen, ersetzt werden.

[1]) Vgl. GÜSSOW, Beitrag zur Kenntnis des Kartoffelgrindes. *Corticium vagum* B. et C. var. *Solani* Burt. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVI, 1906, S. 135.

[2]) Phytop. Labor. „Willie Commelin Scholten", Iaarsverslag 1915. Amsterdam 1916.

[3]) Der Vermehrungspilz in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IX, 1899, S. 321.

[4]) Über den Vermehrungspilz, sein Leben und seine Bekämpfung in Gartenflora XLVI, 1897, S. 114.

[5]) Arb. a. d. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch. VI, 1908, S. 71; P. KYROPOULOS in Centralbl. f. Bakt. u. Inf. 2. Abt. XLV, 1916, S. 251.

Auf Früchten von *Castanea vesca* kommt nach Peglion[1]) die als „nerume" bezeichnete Krankheit vor, welche von *Rhacodium cellare* Pers. erzeugt wird. Die Kotyledonen färben sich ganz schwarz, und die Interzellularräume werden von dem Mycelium des Pilzes durchsetzt. Anfangs erscheint die Stärke der Kastanien unverändert, und die Schwarzfärbung der Gewebe wird von einem amorphen, schwarzblauen Niederschlag hervorgerufen. Häufig findet man auf dem Mycel einen Parasiten, *Papulaspora sepedonioides* Preuss.

Von der Gattung *Sclerotium* Tode ist außerdem bei den damit identifizierten und bereits genannten Arten zu erwähnen *S. Rolfsii* Sacc.[2]), der von einer Menge von Nährpflanzen in Florida und vor allen Dingen auf Tabak aus Japan und Java bekannt ist. Die Krankheit ist an den strangförmigen Fäden und den braunen, einige Millimeter großen Sclerotien zu erkennen. Ferner hat Taubenhaus[3]) eine Mitteilung von Krankheiten von Bataten veröffentlicht, bei der er *S. bataticola* Taubenh. ausführlich bespricht. Ich erwähne hier die Krankheit, die nicht häufig ist, von Nordamerika, wo sie mit *Fusarium batatis* zusammen vorkommt. Endlich sei noch des *S. oryzae* Catt. Erwähnung getan. In Italien ist es schon längere Zeit beobachtet worden, ebenso ist es in Japan und in Indien mehrfach erwähnt. Man bekämpft es vorläufig mit Sorten, die dem Übel größere Resistenz bieten.

Die Gattung Fusarium.

Von H. W. Wollenweber.

Fusarium ist vom phytopathologischen Standpunkte aus die wichtigste Gattung der Abteilung **Phragmosporae** der *Fungi imperfecti.* Sie vereinigt alle Pilze mit sichelförmigen, dorsiventralen, septierten Konidien heller lebhafter (weiß, gelb, orange, ocker), aber nicht schwarzer Färbung und häufig noch auffälliger gefärbtem Stroma (karminrot, blau, braun), dessen Farben sich den Konidienmassen und dem Luftmycel mitteilen können. Obwohl die meisten Fusarien auf toter Substanz gut gedeihen, dringen viele von Wunden aus tief in das Gewebe lebender Früchte, Knollen und Wurzeln, andere in das Holz von Laub- und Nadelbäumen, wieder andere in den Stengel lebender Pflanzen ein. Einige verursachen Fäulnis und Vermorschung, andere durchwachsen und verstopfen die Wasserleitbahnen der Pflanzen und bringen dadurch Welken und vorzeitiges Absterben hervor.

Saccardos *Sylloge Fungorum* zählt 500 verschiedene Fusarien von 140 Wirtspflanzen auf. Aber nur etwa 120 von diesen Pilzen sind gut voneinander zu unterscheiden. Fast ebenso viele gehören in mindestens 20 verschiedene Gattungen anderer *Fungi imperfecti* (*Septogloeum, Cercospora, Bactridium, Ramularia, Cylindrocarpon, Fusidium, Hymenula, Libertella, Myxosporium, Colletotrichum, Gloeosporium* usw.). Die große Zahl aufgestellter Arten erklärt sich aus der Tatsache, daß ein und dieselbe Art unter verschiedenen Namen immer wieder neu aufgestellt wurde, solange man aus Mangel an sicheren Merkmalen die Arten mehr nach

---

[1]) Rendic. Acc. Lincei XIV, 1905, 2 sem., S. 740.

[2]) Saccardo in Syll. fung. XXII, 1913, S. 1500; J. Westerdijk in Meded. v. h. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra X, 1916, 2. Liefer.

[3]) J. J. Taubenhaus in Phytopathol. IV, 1914, n. 4.

ihrem Vorkommen als nach der Gestalt ihrer Konidien unterschied. Erst seit dem letzten Jahrzehnt haben wir eine einigermaßen sichere morphologische Grundlage zur Unterscheidung der Sichelsporlinge und allmählich mindestens noch 20 Arten als Konidienformen von Ascomyceten (*Gibberella*, *Calonectria*, *Hypomyces*, *Nectria*, *Neonectria*) erkannt. Diese werden noch einige Zeit Gastrecht in der Gattung Fusarium behalten müssen, da sie in manchen Ländern nicht oder nur selten die Schlauchform bilden, also meist nur als Konidienform schädlich auftreten und daher in der Literatur bisher nur unter dieser bekannt geworden sind. Die Verwendbarkeit der bisherigen Literatur ist allerdings für viele Arten beschränkt, einerseits da dieselbe Art oft unter verschiedenen Namen, andererseits voneinander verschiedene Arten unter demselben Namen beschrieben sind. Manche daraus entstandenen Widersprüche älterer Beschreibungen von Fusariosen sind jedoch durch die neubegründete Systematik der Arten geklärt worden. Die bis vor kurzem noch gehegten Zweifel an der Unterscheidbarkeit der unzähligen Fusarien können heute als behoben gelten. Von den etwa 100 anerkannten Fusarien sind nur etwa 75 selbständige Arten, der Rest Varietäten, und kaum die Hälfte der Gesamtzahl hat praktische Bedeutung nach dem jetzigen Stande der pathologischen Forschung. Sie lassen sich in 14 Gruppen unterbringen, von denen die wichtigsten Elegans, Martiella, Discolor, Roseum, Gibbosum, Lateritium und Eupionnotes sind. Nicht so artenreich sind Sporotrichiella, Arthrosporiella und Ventricosum. Die Gruppen mit bekannter Schlauchform wie Saubinetii, Pseudomartiella, Arachnites und Camptospora sind gesondert aufgestellt, obwohl sie Übergänge zu Gruppen ohne bekannte Schlauchform aufweisen. Von den meisten Arten der artenreichen und verbreiteten Gruppe Lateritium ist ebenfalls die Schlauchform, nämlich *Gibberella*, bekannt, die Fusarium-Stufe aber viel häufiger beobachtet worden. Diese Feststellung ist deswegen so wichtig, weil viele Schlauchformen Gehölze bevorzugen, ihre Konidien aber auch auf zahlreichen Feldfrüchten entwickeln. Dieses vielseitige Vorkommen ist natürlich für die Bekämpfung ein großes Hindernis. Je verbreiteter eine Art ist, und je mehr Wirtspflanzen sie befällt, um so ungünstiger sind die Aussichten, sie durch Fruchtwechsel mit nicht befallenen Pflanzen zu bekämpfen. Andererseits haben sich manche sehr schädliche Arten an besondere Nutzpflanzen angepaßt und Rassen herausgebildet, die nicht oder nur schwer auf andere, selbst nahe Verwandte derselben Pflanze übergehen. Hierher gehören Arten der Gruppe Elegans, deren Bekämpfung durch geeigneten Fruchtwechsel in Verbindung mit Auswahl und Vermehrung widerstandsfähiger auf verseuchten Feldern entdeckter Einzelpflanzen gelungen ist. Diese Erfolge sind zum Teil unabhängig von dem Ausbau der Fusarium-Systematik erzielt und ihr in einigen Fällen vorausgeeilt. Daraus darf indessen nicht gefolgert werden, daß die scharfe Unterscheidung der Fusarien belanglos sei. Sie hat im Gegenteil nicht nur zur Erklärung der Erfolge beigetragen, sondern Ausblicke für die Sicherung derselben gegeben. Es hatte sich nämlich die Tatsache herausgestellt, daß eine für bestimmte Gegenden fusariumfeste Zuchtsorte einer Kulturpflanze durch Übertragung in ein anderes Klima allmählich wieder anfällig wurde. Die mikroskopische Untersuchung wies aber in solchen Fällen nach, daß nicht derselbe, sondern ein anderer Pilz, der sogar einer anderer Gattung angehören konnte, die Pflanze unter den neuen Bedingungen befallen hatte. Da aber

Jahre vergehen können, ehe der Neubefall verhängnisvoll wird und den lohnenden Anbau der Pflanze in Frage stellt, so kann der Bezug von Saat oder Pflanzgut einer am Ursprungsort krankheitsfesten Sorte auch für Gegenden mit anderem Klima Bedeutung haben, wenn die Zeit, die bis zum Neubefall vergeht, ausreicht, um eine Anzahl lohnender Ernten zu erzielen. Hierin liegt wohl auch die Erklärung für die Erfahrung des günstigen Einflusses des Saatgutwechsels. Zweifellos sind weitere Erfolge zu erwarten, wenn wir alle in Frage kommenden Schädiger genau kennen und die Auswahl widerstandsfähiger Pflanzen dadurch künstlich erleichtern, daß zahlreiche Pflanzen mit den rein gezüchteten Pilzen beimpft und die überlebenden vermehrt werden.

Dieser Gesichtspunkt ist für Systematiker der angewandten Botanik ein neuer Ansporn geworden, die Grenzen der Unterscheidbarkeit der Fusarien festzustellen. Am eingehendsten sind bisher die Kartoffelfusarien untersucht worden. Diese Hackfrucht ist durch ihren Fruchtwechsel mit zahlreichen anderen Nutzpflanzen und durch ihre Verbreitung in fast allen Ländern der Erde gewissermaßen eine Fangpflanze für die Mehrzahl aller unterscheidbaren Fusarien geworden. SHERBAKOFF[1]) hat über 60 verschiedene Kartoffelfusarien genau beschrieben, die meisten abgebildet und ihre Bestimmung nach einem Schlüssel durchgeführt. Seine gründliche Arbeit verliert nichts an Wert dadurch, daß auf Grund des Vergleichs mit Originalexsikkaten nachher eine Anzahl der von ihm als neu aufgestellten 41 Fusarien mit früher beschriebenen Arten identifiziert worden sind. 13 Arten und 10 Varietäten konnten übrigens aufrechterhalten werden. Die Durchsicht zeigte, daß die meisten an Kartoffel gefundenen Fusarien nur zufällige Kartoffelbewohner, aber häufig Schädiger anderer Wirtspflanzen sind, während die Minderheit als Kartoffelschädiger in Betracht kommt. So ist *Fusarium solani* (Mart. pr. p.) Ap. et Wr., ein verbreiteter Bewohner faulender Kartoffeln, nur ausnahmsweise[2]) als Erreger einer Fäule derselben, aber von HARTER[3]) als Erreger einer solchen von *Colocasia esculenta* und *Xanthosoma sagittifolium* nachgewiesen. Mit dieser Art kann *Fusarium coeruleum* (Lib.) Sacc., der schädlichste Erreger von Kartoffel-Trockenfäule, nicht verwechselt werden, da er ockerfarbige, statt bräunlichweiße Konidien hat, deren Basis breitlicher ist als bei der Vergleichsart, und da er indigoblau ausgekleidete Pilzhöhlen in befallenen Knollen bildet. Auch die 10 anderen mit *Fusarium solani* verwechselten Arten lassen sich heute so gut von diesem wie voneinander unterscheiden, daß wir nicht in den Fehler verfallen dürfen, die ursprüngliche Artbeschreibung des *Fusarium solani* nachträglich etwa der von *Fusarium coeruleum* anzupassen und dann zu behaupten, *Fusarium solani* sei der von MARTIUS gemeinte Erreger der Trockenfäule.

Kartoffelknollenfäule erregende Fusarien.

Fäulniserregende Wundparasiten finden sich in mehreren Gruppen der Gattung. Die wichtigsten sind:

---

[1]) Fusaria of potatoes. Cornell University Agr. Exp. Sta. Mem. 6, 1915. Ithaca N. Y.

[2]) MIKIO KASAI, On the morphology and some cultural results of *Fusarium solani* (Mart.) Ap. & Wr., an organism which causes dry rot in the Irish potato tubers. Ber. d. Ohara Inst. f. landw. Forsch. Bd. I: 519—542. Taf. 8–11. 1920.

[3]) Storage rots of economic aroids in Journal of Agr. Research. VI, 1916, S. 570.

1. Gruppe Martiella: *F. coeruleum* (Lib.) Sacc., *F. eumartii* Carp.[1]), *F. radicicola* Wr.

Das Speichergewebe der Kartoffeln wird bei Befall durch letzteren Pilz gallertig weich, durch die anderen trockenfaul und nimmt hell- bis schwarzbraune nach den Arten verschiedene Farbe an.

2. Gruppe Discolor: *F. sulphureum* Schlecht., *F. trichothecioides* Wr. Letzteres ist in den westlichen Staaten Nordamerikas, ersteres in Europa wie in Amerika gefunden.

3. Gruppe Elegans: *F. euoxysporum* Wr., *F. hyperoxysporum* Wr., *F. aurantiacum* (Lk.) Sacc., *F. asclerotium* (Sherb.) Wr., *F. orthoceras* Ap. et Wr. mit Varietät *albido-violaceum* (Dasz.) Wr.

Die letzteren drei zur Untergruppe Orthocera gehörigen Fusarien rufen eine mehr gallertige Weichfäule, erstere hingegen Trockenfäule hervor. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *F. euoxysporum* auch an Lupine, das von *F. hyperoxysporum* auch an Bataten und das von *F. aurantiacum* auch an fußkrankem Roggen, an *Setaria viridis* und an Himbeersträuchern, und daß von diesen Wirtspflanzen isolierte Stämme der Pilze ebenfalls Knollenfäule erregen. Wie Sherbakoff (1, c. p. 227) nachwies, sind die Pilze häufig miteinander oder mit *F. oxysporum* verwechselt worden, das daher im Einklang mit der zuerst von Smith und Swingle vertretenen Ansicht zugleich als Erreger von Knollenfäule und Staudenwelke (Tracheomykose) bis heute von vielen Pathologen angesehen wird, eine Ansicht, die noch weiterer Klärung bedarf.

4. Gruppe Roseum: *F. herbarum* (Cda.) Fr., *F. arthrosporioides* Sherb., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. und einige nahestehende Arten. Von Nelke, Apfelfrüchten und Weiden isolierte Stämme des ersteren, von Goldregen und Hollunder isolierte Stämme des letzteren Pilzes erwiesen sich als ebenso fäulniserregend für Kartoffelknolle wie die entsprechenden Kartoffelpilze.

Von einigen Gruppen gesellen sich einige Vertreter hinzu, die aber meist erst bei Temperaturen von über 25° C angreifen, also für die normalen Bedingungen der Kartoffeln im Winterlager keine Bedeutung haben, auch im Freiland nur in heißen Sommern und meist nur in Verbindung mit tierischen Schädigungen (Milben, Älchen, Fliegenlarven) beobachtet werden.

Pratt[2]) widerlegt die herrschende Ansicht, daß die Fusarium-Knollenfäule nur eine Lagerfäule sei, durch den Nachweis, daß *F. radicicola* in Süd-Idaho im Freiland eine schwarze Trockenfäule bei den Sorten „Rural" und „Pearl", eine gallertige Weichfäule bei Sorten der Burbankgruppe verursacht. Diese Freilandtrockenfäule ist seltener in älteren, in hoher Kultur stehenden Böden als auf Neuland beobachtet, und mag daher durch weitschichtigen Fruchtwechsel mit anderen Nutzpflanzen, Getreide und Luzerne, und gute Bodenbearbeitung, im Winterlager durch Aufbewahrung bei Temperaturen unter 10° C, erfolgreich bekämpft werden. Schwieriger ist die gallertige Weichfäule zu bekämpfen, die auch unter günstigen Boden- und Wachstumbedingungen auftreten kann. Der Kartoffelbau in Idaho geht in weiten Gebieten unter künstlicher Bewässerung vor sich. Aber auch in nicht bewässerten Landstrichen, in trocken gelegten Moorböden Kaliforniens und anderen Ländern der pazifischen Küste sind diese Knollenfusariosen entdeckt

---

[1]) Journal of Agr. Research. V, 1915, S. 204.

[2]) Journal of Agr. Research. VI, 1916, S. 309.

worden. *F. radicicola*, das in Europa vereinzelt beobachtet wurde, ist in Nordamerika außer von Kartoffel auch von Batate, Banane, Gurke und Pappelwurzeln isoliert worden. Aus der Tatsache, daß gebeizte, gesunde Pflanzkartoffeln in rohem, bisher unbebautem Land der Wüsten Idahos von dem Pilze befallen wurden, geht hervor, daß er wahrscheinlich in diesen Ländern heimisch ist und zu den Organismen gehört, die sich erst in neuerer Zeit der Kartoffel angepaßt haben. Ist dies der Fall, so können weder Pflanzgutbeize noch Verwendung gesunder Pflanzknollen der Trockenfäule vorbeugen. Man wird also, wenn man durch Fruchtwechsel und Maßnahmen der Bodenkultur keinen Erfolg erzielt, dazu übergehen müssen, Sorten zu züchten, die widerstandsfähig gegen Fusarium sind.

In Europa hat sich eine verhängnisvolle Ausbreitung der Trocken- und Gallertfäule der Knollen noch nirgends gezeigt, vielleicht ist aber auch noch nicht genügend auf diese Krankheiten geachtet worden, da sie häufig mit Bakterien-, Weichfäule und tierischen Knollenschäden wie Krätze und Räude vergesellschaftet sind. Andererseits trägt das kühlere Klima der europäischen Hauptanbaugebiete der Kartoffel wohl dazu bei, fusariöse Knollenschäden in Grenzen zu halten, denn die meisten Fusarien gedeihen am besten bei höheren Wärmegraden, als ihnen hier zu Gebote stehen. In Gegenden Rußlands mit kontinentalem Klima und heißeren Sommern, z. B. in Podolien, sind dagegen Beschädigungen von 50 % der Knollenernte durch Fusariumfäule im Jahre 1911 festgestellt worden. Dort trat der Pilz bereits einige Jahre vorher ebenso häufig wie Phytophthora auf.

In früheren Jahren ist auch die **Blattrollkrankheit** der Kartoffel auf Fusarium zurückgeführt worden. Diese Krankheit trat in Deutschland besonders häufig an „Magnum bonum“ und „Up to date“ auf, welche Kartoffelsorten auch unter starker Verpilzung der Wasserleitbahnen insbesondere der Tracheen litten. Während nun im Innern der noch grünen Stengel meist Verticillium albo-atrum nachgewiesen wurde, drangen im späteren Wachstumszustande von außen her noch Fusarien ein, die gelegentlich mit dem Absterben der Pflanze die Oberhand gewannen. In Österreich schien die Fusariose bereits in jüngeren Pflanzen vorzuherrschen, welche Tatsache mit dem wärmeren Klima erklärt werden könnte, da es auch in den Vereinigten Staaten Gegenden mit heißeren Sommern gibt, in denen Fusarium, und solche mit kühleren Sommern, in denen Verticillium vorherrscht. Die Tracheomykose an amerikanischen Kartoffeln wird nun nach SMITH und SWINGLE durch *Fusarium oxysporum* Schlecht. hervorgerufen. Die davon befallenen Pflanzen welken und sterben vorzeitig ab. Auch die durch *Verticillium* verursachte Tracheomykose verläuft ähnlich. Beide Mykosen sind Krankheiten, denen das Welken und das sie begleitende vorzeitige Absterben eigentümlich sind. Sie werden als Welkekrankheiten oder Welken bezeichnet. Der Verlauf der Welke ist in heißen und trockenen Sommern schnell, in kühleren langsamer, aber die Erschlaffung der Blätter befallener Pflanzen bleibt das hervortretende Merkmal. Der Blattrollkrankheit dagegen ist die Stauung von Stärke in den Blättern eigentümlich, wodurch eine Art Erstarrung im Wachstum der Pflanze sowie ein starker Rückgang im Knollenertrage eintritt, der im Nachbau anhält. Auch rollkranke Pflanzen können vorzeitig welken, wenn sie nämlich von Gefäßpilzen befallen sind. In solchen Fällen liegt also ein Gemisch zweier Krankheiten vor. Damit im Einklang steht die

Erfahrung, daß Kartoffelsorten, die keine Gefäßverpilzung erleiden, dennoch typisch blattrollkrank sein können („Prof. Wohltmann"). Diese Feststellung ändert nichts an der großen Bedeutung der Krankheit, entzieht aber der Gefäßpilztheorie, die übrigens kaum noch Anhänger hat, den Boden, so daß die Blattrollkrankheit nach dem jetzigen Stande unseres Wissens aus dem Fusariumproblem ausscheidet.

Fusarium-Welken oder Tracheomykosen.

Von dem meist vorübergehenden, nur bei Wassermangel auftretenden Welken unterscheiden sich Welkekrankheiten durch das Vorhandensein eines Erregers. Neben tierischen Erregern, wie Nematoden, sind es hauptsächlich pilzliche Erreger, Spaltpilze und Fadenpilze, und unter den letzteren nehmen die Fusarien einen Hauptplatz ein. Sie schädigen die Landwirtschaft ganz bedeutend und befallen sowohl Wurzeln, Wurzelhals (Hypocotyl), Stengel und Blätter der Pflanzen. Die bekanntesten Fusariosen sind die echten Welken oder Trachyeomykosen, bei denen der Pilz gewöhnlich von Wunden der Wurzeln oder des Wurzelhalses aus in die Wasserleitbahnen der Hauptsprosse, durch diese in die Stengel und weiter bis in die Rippen der Blätter eindringt, durch Unterbrechung der Wasserzufuhr die Ernährung der Pflanze hemmt und diese zum vorzeitigen Welken und Absterben bringt. Die Erkenntnis der großen Schädlichkeit gefäßparasitärer Fusarien hat sich erst in den letzten Jahrzehnten Bahn gebrochen, und die Literatur über dieses Forschungsgebiet ist so beträchtlich angewachsen, daß der für diese Arbeit vorgesehene Raum nicht genügt, um sie vollständig aufzunennen. Es sei daher auf die kürzlich erschienene Übersicht der Tracheomykosen[1]) hingewiesen, die einen früheren Aufsatz über parasitäre Welkekrankheiten ergänzt[2]). Am wenigsten wisseu wir noch über diejenigen Fusarien, die ausschließlich die Wurzeln der Pflanzen befallen, abgesehen von den knollig verdickten Wurzeln wie Rüben, Bataten und ähnlichen Pflanzen mit Speicherorganen. Bekannter sind die sogenannten Fußkrankheiten, deren Hauptsitz der Wurzelhals ist. Hier sind die **Keimlingskrankheiten der Koniferen** zu nennen, deren Erreger, *Fusarium blasticola* Rostr. (syn. *Fusoma parasiticum* v. Tub. und *Fusoma pini* Hartig), die jungen Sämlinge befällt, sie unter Fäulnis zum Umfallen und dadurch zum Absterben bringt. Die Krankheit ist namentlich in Dänemark, Norwegen, Deutschland, Rußland und Nordamerika beobachtet worden, aber jedenfalls viel weiter verbreitet. In der Bekämpfung dieses der Gruppe Elegans angehörenden Pilzes ist man noch auf vorbeugende Maßnahmen, insbesondere Fernhaltuug des Pilzes aus dem Saatgut angewiesen. Kleinere Aufzuchten kann man auch durch Bodensterilisierung schützen. Eine große Hauptsache ist die Verwendung gesunder Saat. An der Veredlungsstelle von Koniferen wie *Chamaecyparis Lawsoniana* und *Thuja occidentalis* trat nach Lüstner, Geisenheim (1912), ebenfalls stark ein Fusarium auf, das aber nicht bestimmt worden ist. Von 3000 Veredlungen gingen etwa 70 % zugrunde. Es ist möglich, daß als Erreger eine Art der Gruppe Lateritium in Frage kommt, etwa *F. fructigenum* Fr., das an Nadeln und Ästen von Koniferen vorkommt und auch aus

[1]) Wollenweber, Tracheomykosen und andere Welkekrankheiten nebst Aussichten ihrer Abwehr. Angewandte Botanik 1921.

[2]) Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1913, S. 17.

dem Holz kranker Eibenäste aus der Grenzschicht gegen das gesunde Holz isoliert worden ist.

Eine andere Fußkrankheit ist die **Welke der Erbse,** die unter dem Namen *St. Johanniskrankheit* in Holland bekannt und von VAN HALL[1]) beschrieben ist. Der Erreger ist von diesem Verfasser mit *F. vasinfectum* Atk. identifiziert worden. Der Beschreibung nach gehört er auch mit diesem Erreger der Baumwollwelke zur Sektion Elegans, aber als besondere Art. Wahrscheinlich stimmt er mit *F. redolens* Wr. überein, welcher Pilz als Erreger einer Fußkrankheit mit den von VAN HALL beschriebenen Merkmalen nachgewiesen ist, aber bräunlichweiße, 30—40 × 4,5—5,6 μ große Konidien hat von größerem Durchmesser als *F. vasinfectum*, dessen Konidien 25—37 × 3,25—3,5 μ messen, ockerfarbig sind und schlankere Form haben. SCHIKORRA beschreibt einen Pilz, in welchem er *F. vasinfectum var. pisi* wiedergefunden zu haben glaubt, der aber tatsächlich nicht mit diesem, sondern mit *F. falcatum* Ap. et Wr. übereinstimmt, ebenfalls als Erreger der St. Johanniskrankheit. Eine angebliche Folgekultur des VAN HALLschen Pilzes, aus Amsterdam bezogen, erwies sich als *F. Martii* Ap. et Wr., stimmt aber mit der Beschreibung VAN HALLS nicht ganz überein. Danach werden mindestens drei Pilze aus der Gattung Fusarium für die Krankheit verantwortlich gemacht. Wahrscheinlich aber ist der Hauptschädiger *F. redolens* aus der Gruppe Elegans, die gerade diejenigen Pilze enthält, welche Tracheomykosen hervorrufen. Dieser Pilz dringt im Gegensatz zu anderen Welken nicht sehr hoch in den oberirdischen Teil der Erbsenranke ein, verursacht aber ein schnelles Absterben der Pflanze, deren krautiger, weicher Haupttrieb nur geringe Widerstandskraft gegen diesen Zellulosezerstörer bietet.

Auch andere **Leguminosen,** wie *Lupinus*, *Vicia*, *Glycine*, *Trifolium*, *Ornithopus* und *Lathyrus* werden von Fusariosen heimgesucht, die meist als Fußkrankheiten auftreten. Die Bestimmung ihrer Erreger ist aber erst für wenige durchgeführt. So fand Verfasser *F. euoxysporum* Wr. an blauer und gelber Lupine, *F. tracheiphilum* (Erw. Sm.) Wr. dagegen auf weißer Lupine als Erreger von Welke. JACZEWSKI isolierte 1911 einen anderen Gefäßpilz aus dem Wurzelhalse des Klees und spricht von einer großen Verbreitung dieser Fusariose in Rußland. Den Pilz zieht er in den Formenkreis des *F. trifolii* Jacz., das sich *Fusarium vasinfectum* nähere. Er sah das Mycel in weißen Flocken an der Oberfläche des Wurzelhalses und später auch gallertartige rosige Sporodochien mit einzelligen oder 1—5-septierten sichelförmigen Konidien von 32—50 × 4—5 μ Durchnittsgröße. Impfungen mit dem Pilze ergaben schon nach 15 Tagen dieselbe Welke wie im Felde. Die Bekämpfung besteht in häufigem Fruchtwechsel, Bodenentseuchung und Beizen des Samens mit Formalin. Während die Erreger der vorerwähnten Tracheomykosen der Gruppe Elegans angehören, verursachen Arten der Gruppe Roseum Keimlingsfäule. So hat PAPE[2]) *F. tubercularioides* (Cda.) Sacc. als Schädiger der Puffbohne, *Vicia faba* L., nachgewiesen.

LIND beobachtete in Dänemark *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. in Faulflecken von Stengeln und Hülsen lebender Lupineflanzen. Im Gegensatz zu den Erregern der Gefäßkrankheiten ist das hervortretende Merk-

[1]) Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1903, S. 2.

[2]) Mitteil. d. Biolog. Reichsanstalt 1920, S. 53.

mal der beiden letzten Fusariosen die Fäulnis der Außenschichten, die bei erwachsenen Pflanzen meist örtlich begrenzt ist, bei jungen Keimpflanzen dagegen zum Absterben derselben führen kann.

F. lini Boll., der Erreger einer als Flachsmüdigkeit oder Flachswelke bekannten Fußkrankheit, ist nach BOLLEY[1]) in Dakota verbreitet und dem Flachsbau sehr schädlich, wie auch TISDALE[2]) bestätigen konnte. Befallene Pflanzen sterben vorreif ab. Dieser Pilz gehört wahrscheinlich der Gruppe Lateritium an, hat ockerig orangefarbige Sporodochien mit 3-septierten schwach gebogenen Konidien, 27—38 × 3—3,5 μ und ein von Gelb durchsetztes Mycel, das makroskopisch an das von *F. lolii* erinnert.

BOLLEY ist übrigens der Ansicht, daß etwa auch andere Fusarien an der Krankheit beteiligt sein könnten. Die Flachswelke wird durch mehrjähriges Aussetzen des Flachsbaues auf verseuchten Böden, Verbrennung des als Überwinterungsort des Pilzes dienenden Flachsstrohes, Reinigung des Saatgutes und dichtere flachere Aussaat bekämpft.

Von **Monokotylen** sind **Getreide** und **Bananen** zu nennen.

Bei **Getreide Fusariosen** (*Gibberella*, *Calonectria* und verschiedene *Fusarien*) unterscheidet man Korn-, Halm-, Ähren- und Wurzelbefall durch Fusarium. Es fragt sich nun, ob dies getrennte Krankheiten sind oder nicht. ATANASOFF[3]) erhielt in den Vereinigten Staaten Mycel nur aus den unmittelbar unterhalb befallener Ähren gelegenen Halm-Internodien und schließt daher auf einen äußerlichen Ährenbefall, der unabhängig von Bodeninfektion, also nicht vom Boden aus durch Wurzel und Halm aufwärts verlaufe.

NAOUMOFF[4]) in Rußland dagegen glaubt an eine durchlaufende innerliche Infektion von Wurzel, Halm, Ähre und Blatt, also an das Vorkommen einer echten Tracheomykose.

DOYER[5]) hält auf Grund ihrer Untersuchung in Holland eine innerliche Infektion für nicht ausgeschlossen und bekräftigt NAOUMOFFS Standpunkt.

Tatsächlich findet sich die Verpilzung sehr häufig am Saatkorn, von dem sie auf den Keimling übergehen kann. Bei schwacher Infektion und günstigem Auflaufwetter wird sie überwunden. Die Pflanze kommt zum Schossen. Aber in vielen Fällen entwickeln sich keine Körner mehr. Solche Pflanzen sind in der Regel stark wurzelkrank. Häufig sind aber einzelne Körner gesund erscheinender, fast voll besetzter Ähren von Fusarium befallen. Hier kann man an Blüteninfektion denken wie bei der an *Lolium perenne* von *F. lolii* hervorgerufenen Fusariose. Abwehr erscheint nach ATANASOFF aussichtsvoll, denn beim Vergleichsanbau von 14 Weizensorten blieben zwei von Fusariumbefall fast verschont. Auch in Deutschland gibt es Unterschiede zwischen dem Befall von Weizensorten und solchen verschiedener Herkunft, die aber noch weiter zu verfolgen sind.

Bisher hat man Getreidefusariosen direkt durch Saatgutbeize mit *Chinosol*, *Fusariol*, *Sublimoform*, *Formalin*, *Sublimat* und *Uspulun* mit mehr oder minder Erfolg bekämpft.

---

[1]) North Dacota Agr. Exp. Sta. Bull. 50, 1901; Bot. Gazette 1902, S. 150.

[2]) Journal Agric. Research. XI, S. 573.

[3]) Fusarium-blight (scab) of wheat and other cereals. Journal of Agric. Research. XX, 1920, S. 1—32.

[4]) Bull. Soc. Myc. France XXX, 1914, S. 54—63.

[5]) Fusarium-Befall des Getreides. Angew. Botanik. Zeitschr. f. Erforschung der Nutzpflanzen III, 1921, S. 75—83.

Fusariol hat sich nach HILTNER beim Roggen nicht nur gegen Schneeschimmel, sondern auch gegen Schneckenfraß bewährt. In Bayern werden schon bis 15 % des gesamten dort ausgesäten Roggens gebeizt.

Sublimoform ist empfohlen zur Beizung aller Getreidearten mit Ausnahme des Roggens gegen Fusarium wie gegen Steinbrand des Weizens, Hartbrand der Gerste und Flugbrand des Hafers, während es wie alle chemischen Mittel gegen Flugbrand von Weizen und Gerste unwirksam ist. Gelegentliche Mißerfolge mit diesen Beizmitteln werden in der Regel auf Fehler in der Anwendung derselben oder auf örtliche Einflüsse des Bodens und Klimas zurückgeführt. Man darf aber auch nicht die Tatsache übersehen, daß es 20 oder mehr verschiedene Getreidefusarien gibt, die wir erst seit kurzem mit einiger Sicherheit unterscheiden können, und die sich in der Reinkultur so verschieden verhalten, daß wir auch Verschiedenheiten in ihrer Einwirkung auf Getreide annehmen müssen. Je genauer wir die Verbreitung und Lebensweise dieser Organismen erforschen, um so günstiger sind die Aussichten ihrer Bekämpfung durch chemische Mittel und durch die Wahl einer geeigneten Fruchtfolge.

In manchen Gegenden ist der **Schneeschimmel** verbreitet, dessen gefürchtetster Erreger *Calonectria graminicola* (Berk. et Br.) Wr. ist[1]). Die Konidienform dieses Pilzes, auch *Fusarium nivale* genannt, wird am häufigsten bei der Schneeschmelze als lockeres Mycel auf den Pflänzchen der Wintersaat, seltener später auch auf den Körnern der reifenden Ähre beobachtet. In anderen Gegenden herrscht *Gibberella Saubinetii* (Mont.) Sacc.[2]) vor, dessen Mycel die befallenen Körner karminrot färbt. Auffällige Konidienschleime oder -krusten, sogenannte Pionnotes, auf den Körnern bilden Calonectria und Gibberella sehr selten im Vergleich zu den folgenden imperfekten Gräserfusarien, d. h. solchen mit unbekannter höherer Fruchtform: *Fusarium culmorum* (Sm.) Sacc., *F. polymorphum* Matr. und *F. cerealis* (Cke.) Sacc., drei Arten mit ockerfarbigen Konidienkrusten, *F. heterosporum* Nees, das orangerote Konidien hat und mit vorigen zur Sectio Discolor ihrer Gattung gehört, und *F. scirpi* Lamb. et Fautr. der Sectio Gibbosum. *F. udum* (Berk.) Wr. und *F. betae* (Desm.) Sacc. der Sectio Eupionnotes sind ebenfalls Getreidebewohner, aber mehr an unterirdischen Teilen gefunden worden. Viel häufiger sind Arten der Sectio Roseum, besonders *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. viticola* Thüm., *F. herbarum* (Cda.) Fr., *F. graminum* Cda., seltener *F. arthrosporioides* Sherb. und *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. Da alle bisher genannten Getreidefusarien nicht in erster Linie die Tracheen und Tracheiden, also Elemente der Wasserleitung der Pflanzen, durchsetzen, würde man von Tracheomykose, also echter Welke der Gräser, nicht sprechen können, wenn nicht neuerdings auch Gräserfusarien der Sectio Elegans, jener Gruppe mit überwiegend tracheophilen Arten, isoliert worden wären. Solche sind: *Fusarium aurantiacum* (Lk.) Sacc., *F. redolens* Wr. und *F. moniliforme* Sheldon. Letzteres ist auf Mais in den Vereinigten

[1]) SCHAFFNIT, E., Über die geographische Verbreitung von *Calonectria graminicola* (Berk. & Brm.) Wr. (*Fusarium nivale* Caes.) und die Bedeutung der Beize des Roggens zur Bekämpfung des Pilzes, Landwirtsch. Jahrbuch 54, 1919, S. 523—538. Mit bisheriger Literatur.)

[2]) Der durch Gibberella dem Weizenbau zugefügte Schaden wurde in den Vereinigten Staaten im Jahre 1912 auf 20 Mill. Bushel geschätzt, die einen Wert von mehreren Milliarden Mark haben.

Staaten, erstere sind in Deutschland und Böhmen auf Roggen und gelegentlich auch auf Weizen gefunden. In den letzten Jahren fand Verf. *F. aurantiacum* besonders an Wintersaaten. Die befallenen Roggenpflanzen fielen im Februar und März durch gelbe absterbende Blätter, kümmerlichen Wuchs und schlechte Bestockung auf. Meist waren es zu tief gedrillte Pflanzen mit stark verlängertem, zartem, aber durch Fusarium verpilztem und gebräuntem Hypocotyl. Die Pflanzen hatten häufig einen schwachen, aber mißglückten Versuch gemacht, sich oberhalb der Befallszone in der Nähe der Bodenoberfläche von neuem zu bestocken. Man fand häufiger gruppenweise als einzeln erkrankte Pflanzen, so daß man an eine Infektion vom Boden aus denken mußte, im Gegensatz zu dem aus dem Saatgut stammenden, auf einzelne Pflanzen beschränkten Fusariumbefall. Beide Formen des Befalls aber führen günstigen Falles zur Notreife, und die Ähren erweisen sich als minderwertig oder taub. Da die inneren Gefäße der Bestockungszone verpilzen, bevor das Außengewebe angegriffen wird, so haben wir hier eine Form der echten gefäßparasitären Welke vor uns. Diese läßt sich nur dadurch bekämpfen, daß zu tiefes Drillen vermieden wird. *F. aurantiacum* ist, wie erwähnt, auch an Borstenhirse (*Setaria viridis*), Mais, Zwiebel, Kürbis, Kartoffel und Himbeersträuchern gefunden und vermehrt die Beispiele der an mehrere nicht verwandte Wirtspflanzen angepaßten Fusarien. Diese Anpassung ist für Pilze, die auch auf totem Substrat gedeihen, nicht überraschend, aber bemerkenswert für Arten, die bestimmte Erkrankungen an lebenden Pflanzen hervorbringen, da gewisse Vorschläge der Bekämpfung, z. B. eine bestimmte Fruchtfolge mit nicht befallenen Pflanzenarten, die Kenntnis der Verbreitung und Anpassung der Pilze voraussetzen.

Unter den Monokotylen werden außer den Gräsern noch Vertreter aus der Reihe der **Liliifloren** fusariumfußkrank. Auch hier ist die Gruppe Elegans beteiligt durch *Fusarium cepae* Hanz.[1]), Erreger einer Fäule der Zwiebel (Allium) in Japan, und *F. bulbigenum* Cke. und Mass., Erreger einer Fäule der Narzissenzwiebeln in England und Holland. Die Konidien des ersteren Pilzes treten zerstreut, 0—1-septiert auf, oder in Sporodochien, 3-sept. 25—42 × 4,5—6,3 μ, die entsprechenden des letzteren Pilzes sind länger und schmäler, 3-sept. 40—50 × 3—3,5 μ selten 4-, ausnahmsweise 5-sept. bis 55 × 3,75 μ. Nach der Originalbeschreibung sollen sie 3-sept. 40—50 × 5 μ messen. Wahrscheinlich beruht der größere Durchmesser auf Quellungen, eine Tatsache, die aus der nachträglichen Durchsicht der Originalexsikkate vieler älterer Arten sich ergeben hat und bei der Bestimmung berücksichtigt werden muß. Der Schaden, den zwiebelartige Gewächse durch diese Fusarien erleiden, wird oft noch durch Fliegen, deren Larven in die Fäulnisherde eindringen, vergrößert. Befallene Narzissen kommen meist nicht zur Blüte.

Auch **Dikotylen** sind mit einer Anzahl Gattungen vertreten, die unter **Fußkrankheiten** leiden. Darunter sind eine Reihe von Zierpflanzen, wie Nelken, Goldlack und Aster, zu nennen. Am verbreitetsten ist wohl die **Stengelfäule der Nelke,** die in Frankreich, Italien, Deutschland und in den Vereinigten Staaten beobachtet worden ist. Diese Fäule ist keine Tracheomykose. Mangin[2]) und Delacroix berichten

[1]) Hanzawa in Mycol. Centralbl. 1915, S. 4—8 ic.

[2]) Comptes rendus, Paris 1900, S. 1244.

aus Südfrankreich über den Verlauf dieser Krankheit folgendes: Der Pilz beginnt in dem jungen Stengel und geht von dort auf die Blätter über, zersetzt den Stengel und bringt die Blätter unter Vergilben zum Welken und schließlich zum Absterben. Die Wurzeln scheinen gesund zu bleiben. Im letzten Krankheitszustande finden sich eine Reihe von Pilzen in der gebräunten Faulzone, aber nur ein Pilz dringt bis in noch grünes Gewebe vor, nämlich ein Fusarium mit 3-(4—5-)septierten, 25—30 × 3—4 μ (50—55 μ) großen Konidien. Im weißen Mycel sind auch kleine Konidien von 10 × 2 μ Größe beobachtet. Gelbbraune Chlamydosporen in Ketten zu mehreren, 30—55 × 15—18 μ, kommen vor. Der Erreger, *F. dianthi* Prill. et Del., gehört der Gruppe Roseum an und stimmt wahrscheinlich mit *F. acuminatum* Ell. et Ev. em. Wr. überein. STURGIS[1]) und WIGHT[2]) haben die Krankheit aus Nordamerika beschrieben. Letzterer gibt folgende Bekämpfungsvorschläge an: Verwende nur Stecklinge gesunder Pflanzen, ersetze den Boden jährlich durch frische Erde, halte zu starke Hitze und Feuchtigkeit fern, vermeide Verletzungen der Nelken beim Verpflanzen. Die von WIGHT durch positive Impfversuche festgestellte Tatsache, daß die Schädigungen nicht auf Verstopfung der Wasserleitbahnen der Nelke zurückzuführen ist, sondern daß der Pilz das Rindengewebe zerstört, kann nicht überraschen, da dies Fusarium der Gruppe Roseum und nicht Elegans angehört.

Andere Fusarien sind Erreger der **Knospenfäule der Nelke,** wie LEWIS[3]) nachweist. Es gelang LEWIS, mit *F. anthophilum* (A. Br.) Wr. (syn. *F. pirinum* apud LEWIS, non FRIES) von Apfelfrucht, *F. reticulatum* Mont. von Gurke, Kürbis und Weizen und mit *F. helianthi* (Sacc.) Wr. von Kürbis und Sonnenblume die Knospenfäule der Nelke hervorzurufen. In Deutschland fand sich *F. graminum* Cda. an faulenden Nelkenknospen.

LEWIS hat den schon von STEWART und HODGKISS (1908) gelieferten Nachweis der Übereinstimmung des Erregers der Nelkenknospenfäule mit dem der Weißährigkeit bei Blaugras bekräftigt und auch auf Quecke, Windhalm und Lieschgras denselben Erreger entdeckt. PECKS frühere Bezeichnungen, die des Nelkenpilzes als *Sporotrichum anthophilum*, die des Graspilzes als *Sp. poae*, sind heute fallen gelassen. Beide Namen gehören einem und demselben Pilze an, der in die Gattung Fusarium einzureihen ist, obgleich er typische septierte Sichelkonidien viel seltener als ei- oder birnförmige Kleinkonidien entwickelt. Die Nelkenknospen-Fusariose wurde in Deutschland zuerst von MOLZ und MORGENTHALER[4]) entdeckt, ausführlich beschrieben und zugleich ihre Vergesellschaftung mit der Milbe *Pediculoides dianthophilus* WOLCOTT betont. Die Verbreitung des *F. poae* (Peck) geht auch daraus hervor, daß ihn LEWIS von Kartoffelknollen in Amerika und Verf. ihn 1916 von Flugbrand des Kittnauer Sommerweizens in Deutschland isoliert hat. Hier waren die Konidienausmaße: 0-sept. rund 5—8 μ, birnförmig 5—8 × 3—7 μ, 1-sept. 12—25 × 3—5 μ, 2-sept. 20—30 × 3,5—4,5 μ, 3-sept. 25—30 × 3,5—4 μ. Einzellige bis 100 %, 1-septierte bis 39 %, 2—3-septierte vereinzelt vorkommend.

---

[1]) Connecticut Sta. Rep. 1897, S. 175.
[2]) Pomona College Journ. of Econ. Botany 1912, S. 315.
[3]) Maine Agr. Exp. Sta. Bull. 219, 1913.
[4]) Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1912, S. 654.

Die Ergebnisse zeigen die große Anpassungsfähigkeit und Verbreitung von Fusarien der Gruppen Roseum und Sporotrichiella.

Über eine **Astern-Welkekrankheit** berichtet OSTERWALDER[1]). Als Erreger wurde von ihm ein Fusarium festgestellt, aber nicht identifiziert. Verfasser fand an Astern bisher folgende Fusarien: *F. flavum* (Fr.) Wr., *F. dimerum* Penz., *F. orthoceras* Ap. et Wr., *F. conglutinans* Wr., *F. polymorphum* Matr., *F. culmorum* (W. Sm.) Sacc,, *F. graminum* Cda. und *F. pyrochroum* (Desm.) Sacc. Welche dieser Arten schädlich sind, bleibt noch zu ermitteln. Ebensowenig ist über die **Fußkrankheit des Goldlacks** bekannt, an welcher Pflanze bisher nur *Fusarium dimerum*, *F. graminum*, *F. herbarum* und *F. solani* festgestellt worden sind.

Während im vorhergehenden diejenigen Tracheomykosen aufgenannt sind, die in erster Linie Fußkrankheiten sind und ihren Sitz in den unteren Teilen der Pflanze haben. kommen wir nun zu der echten **Fusarium-Welke**, bei der die Wasserleitbahnen bis in den Scheitel der Pflanze hinein verpilzt sein können. Auch diese Tracheomykosen können sowohl akut wie chronisch verlaufen je nach dem Entwicklungszustande, den die Wirtspflanze zur Zeit des Befalls erreicht hat, und je nach Boden und Klima. Am häufigsten sind diese Fusariosen im Sandboden anzutreffen. Sie kommen an einer großen Anzahl von Wirtspflanzen vor, von denen uns in erster Linie die Nutzpflanzen angehen.

Von **Dikotylen** werden befallen: **Cruciferen:** Kohl (*Brassica*), ferner zahlreiche **Leguminosen,** wie Lupine, Wicke, Luzerne, Indigo, Vietsbohne, Puffbohne, Vignabohne, Serradella, *Cajanus*, *Robinia*, von denen einige bereits bei den Fußkrankheiten berücksichtigt sind, andere aber auch je nach dem Erreger, der sie befällt, fußkrank werden oder bis in den Scheitel hinauf verpilzen können. Es folgen **Malvaceen:** Eßbarer Eibisch und Baumwolle; **Convolvulaceen:** Batate; **Solanaceen:** Pfeffer, Tabak, Kartoffel, Eierfrucht, Tomate; **Pedaliaceen:** *Sesamum* und **Cucurbitaceen:** Wassermelone, Gurke und Kürbis.

Die meisten dieser Fusariosen haben für das Klima des nördlichen Mitteleuropa keine so große Bedeutung wie in den Vereinigten Staaten, wo sie um so beträchtlichere Ausbreitung gefunden haben, je heißer die Sommer in jenen Gebieten sind. Greift die Tracheomykose ausnahmsweise in kühlere Gebiete (**Kopfkohl-Fusariose** in Wisconsin) über, so sind dies doch Gegenden mit etwas zu hohen Sommertemperaturen, die an der Südgrenze des lohnenden Anbaues solcher Pflanzen liegen. Bei Anpassung gewisser Rassen dieser Pilze an ein von ihrer Hauptverbreitungszone abweichendes Klima können gewisse Merkmale der Krankheit, die Ausdehnung der Gefäßverpilzung und damit der Grad des Befalles sich ändern. Damit erklärt sich die Tatsache, daß in manchen Gegenden sich der Befall auf die ganze Pflanze erstreckt, während er sich in anderen auf das Wurzelsystem oder auf den unteren Teil beschränkt. Der Gegensatz zwischen diesen Krankheitsformen ist jedoch nicht immer klimatisch scharf ausgeprägt. Auch die hier behandelten Tracheomykosen werden ausschließlich von Arten der Fusarium-Gruppe Elegans hervorgerufen. Die Art der Infektion, die Merkmale und der Verlauf der meisten dieser Welkekrankheiten zeigen

[1]) Mitteilung der Schweizer Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil. Jahresbericht 1907/08. 1910.

große Übereinstimmung. Um positive Impferfolge zu erzielen und dadurch den Nachweis des ursächlichen Zusammenhanges des Pilzes mit der zu untersuchenden Krankheit zu erbringen, genügt es, Konidien-Aufschwemmungen von Reinkulturen der Welkeerreger herzustellen, das Versuchsfeld oder besser den zuvor sterilisierten Boden der Versuchstöpfe oder Beete damit zu besprengen und die jungen Sämlinge hineinzupflanzen oder die Aussaat im infizierten Boden zu vollziehen. Bei Baumwolle und Wassermelone ist dieser Versuch stets gelungen, wenn der Pilz in gutem Wachstumszustande verwendet wurde und der Boden nicht schwer, sondern sandig war. Bei Bodeninfektion ist der Prozentsatz des Befalles meist gering. Er wird wesentlich erhöht, wenn dem Pilze durch künstlich angebrachte Stichwunden in das Hypokotyl oder die Wurzel der Pflanze das Eindringen erleichtert wurde. Der Befall war um so stärker, je mehr Eingangspforten ihm geschaffen wurden. Diese Tatsachen sprechen für die wundparasitäre Natur der Fusarien dieser Gruppe. Die Zeit, welche verging, bis das erste Anzeichen der Welke sichtbar war, richtete sich nach den Versuchsbedingungen, Boden, Wärme, Feuchtigkeit, Alter der Pflanze, nach der Widerstandskraft der Einzelpflanze und der Angriffskraft des Pilzes. Hierin liegt die wesentliche Vorbedingung für die Bekämpfung der Krankheit, die durch Auswahl widerstandsfähiger Einzelpflanzen aus stark befallenen Feldbeständen in mehreren Fällen hat durchgeführt werden können. Wie die Aussichten in der Bekämpfung der einzelnen Welken stehen, möge folgende Übersicht zeigen:

Gegen **Bananen-Welke** (*Fusarium cubense* Erw. F. Sm. em. Brandes und var. *inodoratum* Brandes)[1]) sind nach Brandes ausreichende Mittel der Abwehr noch nicht gefunden. Große Bananen-Gebiete in Panama, Costa Rica und Surinam sind infolge Umsichgreifens der Welke aufgegeben worden. Man hofft nun unter den Pflanzen, die auf künstlich mit Fusarium angereicherten Böden aufgeschult sind, widerstandsfähige Pflanzen herauszufinden, und will dann feststellen, ob die Abkömmlinge dieser einer wiederholten künstlich verstärkten Fusariuminfektion trotzen können. Die durch *F. semitectum* verursachte Fruchtfäule hat gegenüber Welke keine Bedeutung.

Gegen **Kopfkohl-Welke** (*F. conglutinans Wr.*)[2]) in den Vereinigten Staaten ist man erfolgreich vorgegangen. Nach Jones, Walker und Tisdale gibt es bereits 5—10 widerstandsfähige aus Plattkopf und anderen Formen, insbesondere dänischer und holländischer Abstammung, gewonnene Sorten, welche die früher gezüchteten festen Sorten, Volga und Houser, an Handelswert übertreffen. Eigentümlicherweise ist die Festigkeit dieser Sorten gegen Fusarien, die im Vermehrungsbeet geringer ist als nach der Verpflanzung ins Freiland, auch sonst keine vollständige, sondern nur eine verhältnismäßige, nämlich vom Standort abhängige. Daher sind für klimatisch verschiedene Gegenden besondere Auslesen zu treffen, um die Welke auszuschalten, die ein ziemlich hohes Temperaturoptimum hat und daher für das Klima des nördlichen Mitteleuropa keine Gefahr bildet.

Vigna-Welke (*Fusarium tracheiphilum*)[3]). Die erfolgreiche in den Vereinigten Staaten durchgeführte Bekämpfung dieser Bohnenwelke

---

[1]) Brandes, E. W., Banana-wilt. Phytopathology IX, 1919, S. 339—389.

[2]) Jones, L. R., Walker, C., and Tisdale, W. B., Fusarium resistant Cabbage. Wisconsin Agr. Exp. Stat. Research. Bull. 48, 1920.

[3]) Morse, W. J. Cowpeas: Culture and varities. Farmers Bull. 1148. 1920.

ist noch dadurch von besonderem Interesse, daß die gegen *Fusarium tracheiphilum* festen vier Zuchtsorten der Vigna-Bohne, „Brabham", „Iron", „Monetta" und „Viktor" auch gegen das Wurzelälchen, *Heterodera radicicola*, Widerstandsfähigkeit besitzen.

Eine ähnliche Welke tritt an **Cajanus indicus**[1]) in Indien auf. Ihr Erreger ist *Fusarium Butleri* Wr.[2]) (syn. *F. udum* Butler non Berkeley). Auch *F. uncinatum* Wr.[3]) mit stärker gekrümmten Konidien kommt an dieser Wirtspflanze vor, ist aber noch nicht auf seine Pathogenität geprüft worden.

Abwehr der **Baumwoll-Welke** (*Fusarium vasinfectum* Atk. und *var. inodoratum* Wr.)[4])[5]). Nach Gilbert (Cotton Diseases and their control, Farmers Bulletin 1187, 1921) war die erste welkefeste Baumwollsorte, „Dillon", ertragreich, aber als Büschelbaumwolltyp schwer zu ernten. Sie ist daher heute meist ersetzt durch „Dixie", einem mittelfrühen Peterkin-Typ mit langen Fruchtständen und bis $2^1/_2$ cm Faserlänge. Wo der Kapselkäfer vorkommt, nimmt man gern die noch früheren Sorten „Dixie Triumph" und „Dixie Cook". Diese Erfolge verdankt man wesentlich dem Bureau of Plant Industry. Auch die Entomologische Anstalt in Georgia und einige Farmer haben Erfolge aufzuweisen. Welke kommt meist auf sandigem Boden in feuchten Jahren vor. Durch Samen kranker Pflanzen wird nur die Anfälligkeit derselben, nicht der Erreger übertragen.

Welke am eßbaren Eibisch, *Hibiscus esculentus,* (Erreger: *Fusarium vasinfectum* Atk.). Diese der Baumwolle verwandte Pflanze wird von demselben Fusarium wie diese befallen. Über Abwehrerfolge durch züchterische Auslese ist nichts bekannt. Der Schaden, den die Landwirtschaft durch die Fusariose erleidet, ist wegen der geringen Ausdehnung des Anbaues dieser Nutzpflanze nicht so erheblich im Vergleich zu den vorerwähnten Welken.

Von der **Wassermelone**, *Citrullus vulgaris*, die durch *Fusarium niveum* Smith bedroht ist, hat sich ursprünglich keine eßbare Form finden lassen, die widerstandsfähig gegen den Welkepilz war. Jedoch hat man schließlich durch Kreuzung einer eßbaren mit einer nicht eßbaren die zugleich eßbare und widerstandsfähige Sorte „Conqueror" erhalten. Diese behält die beiden guten Eigenschaften aber nur in einer gewissen Entfernung vom Ursprungsort bei, während sie unter abweichenden Verhältnissen befällt, beispielsweise in Oregon unter Verticillium alboatrum leidet. Trotzdem die Züchtung solcher festen Sorten häufig nur örtliche Bedeutung hat, ist sie von hohem Wert. Ist die Methode der Züchtung erst Allgemeingut geworden, so kann jeder geschickte Landwirt Erfolge damit erzielen und seinem Boden dann mehr Erträge abgewinnen. *Fusarium sclerotium* Wr. ist Erreger einer Fruchtfäule der Wassermelone.

---

[1]) Butler, The wilt disease of pigeon pea and the parasitism of Neocosmospora vasinfecta Smith. Memoirs Dep. Agric. India II, 1910, S. 9.

[2]) Phytopathology III, 1913, S. 38.

[3]) Annales mycol. 1917, S. 54.

[4]) Atkinson, Fusarium vasinfectum. Some diseases of cotton. Alabama Agr. Exp. Sta. Bull. 41, 1892, S. 19—29 ic.

[5]) Smith, Erw. F. Wilt disease of cotton, watermelon and cowpea. U. S. Dept. Agric. Bull. 17, 1899.

Gegen **Bataten-Welke** *Fusarium batatatis* Wr. u. *F. hyperoxysporum* Wr.)[1]) gibt es noch kein sicheres Abwehrmittel. Sorgfältige Auslese von Batatenpflanzgut im Herbst aus gesunden Pflanzen, Beizung desselben (2 Min. in Sublimat 1 ‰) und Vermeidung verpilzter Böden werden angeraten. Es gibt zwar resistente Sorten, aber diese eine gute Eigenschaft genügt nicht, wenn nicht hoher Ertrag, guter Geschmack und Anpassungsfähigkeit an die Wechselfälle des Klimas hinzukommen. Zum Beispiel setzen ertragreiche Sorten aus dem Süden kaum Bataten an im Norden, und hochwertige Bataten aus dem Norden liefern sehr schlechte holzige Wurzeln im Süden. Die Versuche, brauchbare, gesunde Sorten zu züchten, werden fortgesetzt.

Abwehr der **Tabak-Welke**. *F. oxysporum* (Schl.) Wr. var. *nicotianae* Johns. Es gibt nach Johnson[2]) noch keine immunen Sorten, obgleich einige aus Havana und Cuba etwas fester als die Mehrzahl waren. Daher bleibt als Gegenmittel die Vermeidung verpilzter Böden und Verwendung sterilisierter oder unverpilzter Erde für Vermehrungsbeete. Das erwähnte Tabak-Fusarium geht nicht auf Kartoffeln über, jedoch gibt es einzelne Stämme des Fusarium oxysporum von Kartoffeln, die auf Tabak übergehen können, weshalb vor einem Fruchtwechsel dieser Pflanzen untereinander dort gewarnt werden muß, wo die fusariöse Welke vorkommt.

Kartoffel-Welke (Erreger: *F. oxysporum* Schlecht. em. Wr.). Schon Smith und Swingle[3]) (l. c. S. 14) wiesen nach, daß dieser Pilz seinen Hauptsitz in den unteren Teilen und dem Wurzelsystem der Kartoffel hat und nicht in Stengel und Blätter aufsteigt. Ausnahmen hierin kommen indes vor und sind auch vom Verfasser auf Grund eigener Infektionsversuche festgestellt worden. Diese Welke nimmt dadurch einen mittleren Platz ein zwischen Fußkrankheiten und oberirdischen Tracheomykosen. Im Gegensatz zu obigen Autoren, die Tracheomykose und Fäule der Knollen als zwei Zustände derselben Krankheit auffassen, eine Ansicht, die auch Manns[4]) ausdrückt, hat Verfasser mit einem Stamme des Pilzes gearbeitet, der nur Welke, keine Fäule erregte. Carpenter erzielte mit anderen Stämmen des Pilzes Knollenfäule, arbeitete aber nicht über die Welke, so daß es nicht sicher ist, ob seine Pilze auch Welke verursachen. Sherbakoff isolierte aus Stengel-Tracheomykosen, wie früher erwähnt, Varietäten von *F. orthoceras*, die er indes für solche von *F. oxysporum* hielt. Nach den bereits bei der Besprechung der Knollenfäule gemachten Feststellungen kommen in der Gruppe Elegans sowohl Fäulniserreger wie ausgesprochen tracheophile Fusarien vor. Da James Johnson mit *F. oxysporum* von Kartoffel auch Tabakwelke erzielte, so müssen wir damit rechnen, daß weitere Versuche den Nachweis der bereits häufig geäußerten Vermutung erbringen, daß derselbe Pilz auch auf Tomate, Eierfrucht und Pfeffer übergehen kann. Sollte dies der Fall sein, so würden dadurch die Aussichten einer Aushungerung des Wundparasiten durch Fruchtwechsel mit widerstandsfähigen anderen Nutzpflanzen natürlich verringert. Manns empfiehlt Fruchtwechsel mit Getreide und Aussetzen

---

[1]) Harter, L. L., and Field, Ethel, C. The stem-rot of the sweet Potata (Ipomea Batatas). Phytopathology IV, 1914, S. 279—304.

[2]) Johnson, James, Fusarium wilt of tobacco in Journ. of Agric. Research. XX, 1921, S. 515, 535.

[3]) U. S. Dept. of Agric. Bull. 55, 1904.

[4]) Ohio Agric. Exp. Sta. Bull. 229, 1911.

des Kartoffelbaues auf verpilzten Böden für mindestens 5—6 Jahre. Er erntete auf solchen Böden nur 6 Tonnen, auf gesunden 8,4 Tonnen. Dadurch berechnet sich der durch den Pilz entstehende Ernteverlust auf fast 29 %[1]). Durch künstliche Dungstoffe wie Kalk, Phosphate, Nitrate, Kalisalze läßt sich nach SMITH u. SWINGLE die Welke nicht überwinden. Auch die Verwendung gesunden Pflanzgutes ist ein unsicheres Mittel, da kein absolut sicheres Merkmal der Gesundheit bekannt ist. EDSON wies erst kürzlich nach, daß weder die Bräunung des Gefäßringes am Ansatzende der Knolle ein Merkmal der Anwesenheit des Pilzes ist, noch das Fehlen der Verfärbung seine Abwesenheit verbürgt. Als wirksamstes Mittel schlagen SMITH u. SWINGLE Auslese und Nachbau der gesundesten in Befallsflächen vorgefundenen Pflanzen vor. Mit dieser Maßnahme sind auch in Deutschland bereits Erfolge gegen die ähnliche Verticilliose der Kartoffel erzielt worden. Neuerdings versucht man auch züchterisch gegen diese Krankheit vorzugehen. Die Fusariose ist hauptsächlich in den Vereinigten Staaten verbreitet.

Als Abwehr gegen **Tomaten-Welke** (*F. lycopersici* Sacc.) hat EDGERTON[2]) eine Methode angegeben, um welkebeständige Tomaten zu erhalten, indem er Auslese in Vermehrungsbeeten auf Böden vornimmt, die nach vorheriger Sterilisierung stark mit Fusarium angereichert und dann mit Tomate besäet worden sind. Alle nicht widerstandsfähigen Pflanzen werden vernichtet und nur die überlebenden weitergebaut.

Von den Welkeerregern sind die der **Tomatenfäule** meist sehr verschieden. Tomatenfrüchte faulen nicht, auch nicht von Wunden aus, wenn sie mit dem Erreger der Tracheomykose der Stengel, *F. lycopersici*, beimpft werden, dagegen sehr leicht, wenn *F. sclerotium* Wr.[3]) in die Früchte eingeführt wird. Auch *F. falcatum* Ap. et Wr. und *F. acuminatum* Ell. et Ev. erwiesen sich als Wundparasiten. Ferner sind *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. herbarum* (Cda.) Fr., *F. ferruginosum* Sherb., *F. ossicolum* (Berk. et Curt.) Sacc., *F. salicis* Fuck., *F. citrinum* Wr. und *F. dimerum* Penz. von kranken Tomaten isoliert worden, von denen die eine oder andere Art noch als Fäulniserreger in Betracht kommen dürfte. Von *F. acuminatum* unterscheidet sich durch kein wesentliches Merkmal *F. erubescens* Ap. et v. Ov., das nach v. OVENS[4]) eingehender Schilderung meist vom Griffelende aus in reife oder noch grüne Tomaten eindringt und kleine schwarze, unter Erweichung des Fruchtfleisches sich vergrößernde Flecken verursacht. Beim Eintrocknen der Früchte treten zahlreiche gelblich-rosige Sporodochien des Pilzes hervor, die der faltigen Hülle fest anhaften und Massen sichelförmiger 1—7-septierter Konidien tragen. Im Innern der Früchte sind auch kleine Konidien beobachtet. Chlamydosporen, die meist interkalar angelegt sind, und sklerotiale Stromata kommen vor. Das Mycel kann rote und gelbe Färbung annehmen. Selbst wenn der Pilz nicht mit einer älteren Art übereinstimmte, so hätte der Name ohnedies geändert werden müssen. Es gibt nämlich noch zwei andere Pilze desselben Namens, *F. erubescens* B. et C., das Berkeley von Baumrinde beschreibt (Grevillea III, 1875, S. 98) und *F. erubescens* (Dur. et Mont.)

[1]) In Deutschland erlitten „Up to date“-Kartoffeln durch Verticillium durchschnittlich Ernteverluste von 23 % im Sandboden bei Berlin.

[2]) Science, N. F. Bd. 42. Lancaster Pa. 1915, S. 914.

[3]) Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1913, S. 30.

[4]) Landw. Jahrb. 1905, S. 489.

Schlüssel zur Unterscheidung einiger Tracheo-Fusariosen.

\+ bedeutet „vorhanden", — „fehlend", (+) „begrenzt vorhanden".

Pilzart			*Fusarium*					
			redolens Wr.	*oxysporum* Schlecht.	*lycopersici* (Sacc.) Wr.	*vasinfectum* Atk.	*tracheiphilum* (Erw.Sm.) Wr.	*conglutinans* Wr.
Wirtspflanze			Erbse, *Pisum sativum*	Kartoffel, *Solanum tuberosum*	Tomate, *Solanum lycopersicum*	Baumwolle, *Gossypium herbaceum* „ *barbadense*	Vigna-Bohne, *Vigna sinensis*	Kopfkohl, *Brassica oleracea*
Chlamydosporen (terminal, intercalar)			+	+	+	+	+	+
Sklerotiale Plectenchyme	bräunlichweiß		+	+	+	+	+	—
	blau [1])		—	+	—	+	+	—
Konidien	zerstreut		+	+	+	+	+	+
	sporodochial [2])		+	+	+	+	+	—
	pionnotal [3])		+	(+)	+	+	—	—
	Farbe im Licht	ocker × lachs	—	+	+	+	+	+
		bräunlichweiß	+	—	—	—	—	—
	3-septiert bis 100 %		+	+	+	+	+	— (bis 25 %)
	3-septiert Durchschnitts-	Dicke	5 μ	4 μ	4 μ	3.5 μ	3.3 μ	3.3 μ
		Länge/Dicke	7	7.5	8.5	9.4	10	10.3
Syringenduft auf Reis [4])			+	+	—	+ [5])	—	—
Farbe des Plectenchyms auf Reis	rosa bis rote saure Modifikation		+	+	+	+	+	—
	blaue alkalische Modifikation		+	+	+	+	+	—

Bem.: Bezüglich der Konidiengestalt muß auf die Abbildungen verwiesen werden.

[1]) Auf gekochten Kartoffelscheiben. [2]) In tuberkulariaförmigen Polstern. [3]) In schleimig ausgedehnten Belägen.
[4]) Gekochter Reisbrei. [5]) *F. vasinfectum* Atk. *var. inodoratum* Wr. ist eine geruchlose ebenfalls parasitäre Varietät.

Sacc., das indes heute zu *Cercospora bacilligera* gezogen ist und auf Blättern von Rhamnus vorkommt.

In der vorstehenden Tabelle sind Beispiele einiger Welken gegeben und die Erreger nach ihrem Verhalten in der Reinkultur miteinander verglichen, um den Nachweis ihrer Unterscheidbarkeit zu erbringen.

Spitzendürre und Rindenfäule der Gehölze erregende Fusarien.

Fusariosen an absterbenden Zweigen von Bäumen und Sträuchern sind zwar stets sehr häufig beobachtet, aber meist für Nachwirkungen von Frost gehalten. Diese Ansicht wird gestützt durch die Tatsache, daß frostempfindliche, in ein rauhes Klima verschlagene Pflanzen leicht zurückfrieren und ihre Äste dann der Sammelplatz von Pilzen werden. Hierher gehören der Maulbeerbaum in Norddeutschland, Catalpa in Schweden, Sophora, Hibiscus und viele andere. Andererseits werden aber auch einheimische Pflanzen oft spitzendürr, ob sie geschützt oder ungeschützt stehen. Aus der Rinde ihrer Zweige oder an einzelnen Stellen des Hauptstammes brechen dann rötliche oder weißliche Pusteln in großer Zahl hervor, ähnlich den durch *Nectria cinnabarina* und *galligena* sowie deren Konidienpilzen, Tubercularia und Cylindrocarpon, hervorgerufenen **Rot- bzw. Weißpustelkrankheiten.** Solche werden durch verschiedene Fusarien hervorgerufen. Rabaics hat 1913 in Ungarn eine **Fusariose der Robinien** beobachtet. Die Bäume gingen ein. Die Verpilzung erstreckte sich auf die Wurzeln der Bäume. Rabaics glaubte eine typische Welkekrankheit vor sich zu haben. Den mutmaßlichen Erreger nennt er *F. pseudacaciae*, da er ihn nicht als *F. lateritium* bestimmen zu dürfen glaubt. Letzteres komme auch auf **Morus** vor und gehöre bekanntlich zu *Gibberella moricola*, während nach Fuckel *Gibberella baccata* zu *F. lateritium* von Robinia gehöre. Dieser Widerspruch löst sich, wenn man annimmt, daß es sich um zwei verschiedene Pilze handelt. Von diesen bildet das Robinia-Fusarium viel größere Sporodochien als das von Maulbeere. Da Perithecien nicht gefunden wurden, hält Rabaics es für richtiger, das Fusarium als *F. pseudacaciae* neu zu benennen. Verfasser ist indes der Ansicht, daß beide Pilze bereits bekannt sind. Er hat durch Reinkulturen den Nachweis gebracht, daß *Fusarium urticearum* (Cda.) Sacc. zu *Gibberella moricola* (Ces. et Not.) Sacc., *F. lateritium* Nees zu *G. baccata* (Wallr.) Sacc, *F. pyrochroum* (Desm.) Sacc. zu *G. evonymi* (Fuck.) Sacc. und *F. salicis* Fuck. zu *G. effusa* Rehm gehören. Außer *F. urticearum* kommen alle auf Robinia vor, außerdem noch *F. robiniae Passer.*, die alle der Gruppe Lateritium angehören. Von anderen Bewohnern der Akazie sind *Fusarium herbarum*, *F. pallens* und *F. sambucinum* zu nennen. Diese sieben Robinia-Fusarien sind gut voneinander zu unterscheiden, und es sind von diesen noch *F. herbarum* und *F. salicis* auch auf Morus gefunden. Durch Impfversuche an ein- bis dreijährigen Ästen von *Morus alba* ließ sich mit *F. urticearum* die **Spitzendürre des Maulbeerbaumes** hervorrufen. Ebenso virulent zeigten sich Ascosporen der zugehörigen Gibberella. Die Versuche können innerhalb der frostfreien Jahreszeit zum Ergebnis führen. Das Holz verfärbte sich unter dem Einflusse der Verpilzung, die im Laufe eines Jahres bis zu 20 cm von der Impfstelle aus vorwärtsdrang. Die Rinde verfärbte sich wenig und schrumpfte erst allmählich ein. Der Verlauf dieser Ast-Fusariose ist ähnlich wie bei der Baumwollwelke, aber langsamer. Die Blätter
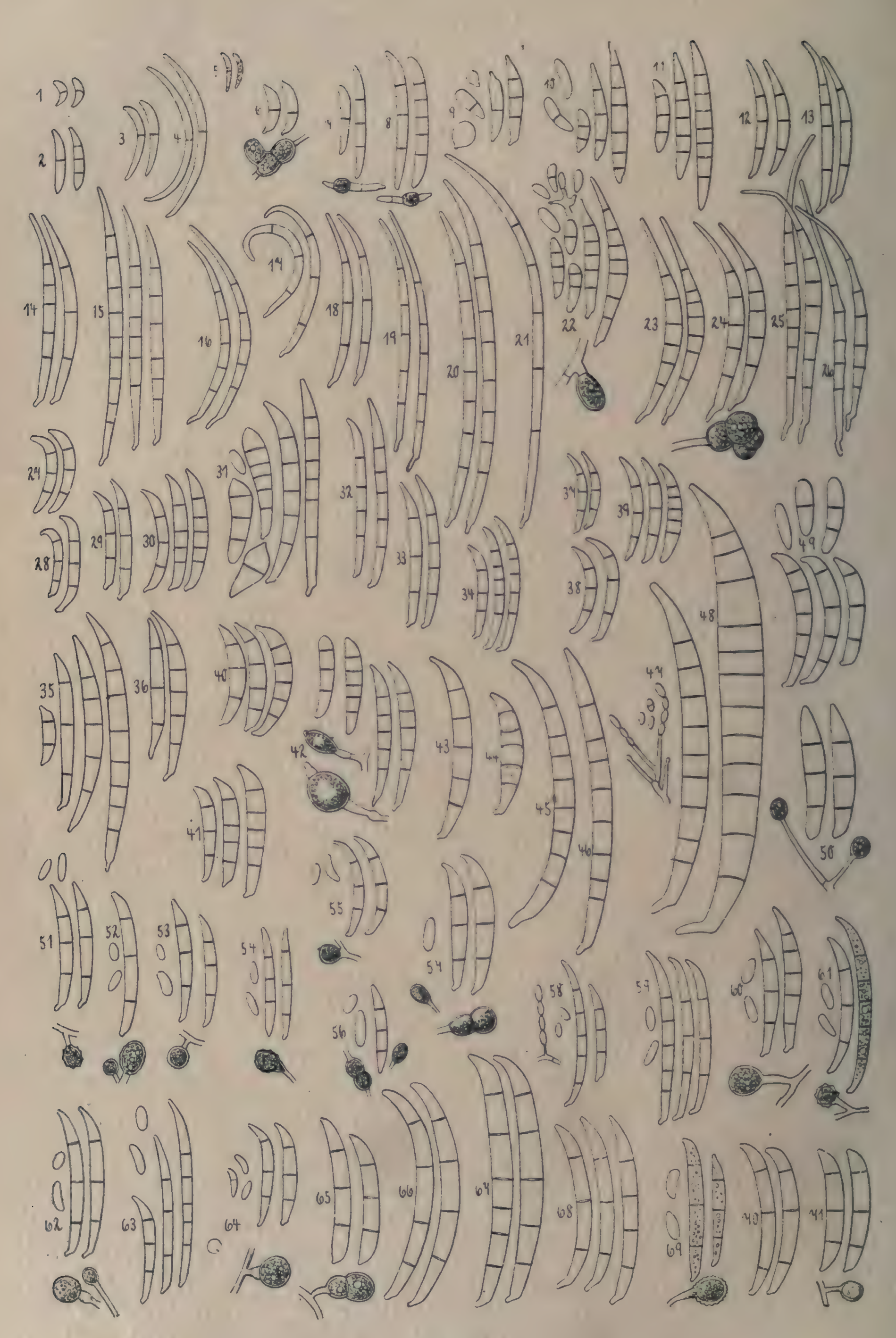


Fig. 43.

Figurenerklärung.

Die Gattung Fusarium Link.

71 meist krankheiterregende Fusarien, nach Gruppen geordnet. Vergr. 500fach. Insbesondere sind Großkonidien dargestellt, Kleinkonidien dagegen nur bei Arten und Gruppen, denen sie in der Norm angehören. Sind Chlamydosporen einer Gruppe eigentümlich, so sind sie wenigstens bei einigen Arten dargestellt, und zwar stets unter den Konidien des zugehörigen Fusarium.

Sectio Arachnites:

1. *Fusarium Kühnii* (Fuck.) Sacc. von Flechten der Rinde der Roßkastanie.
2. *F. minimum* Fuck. (= *Calonectria graminicola* [Berk. et Brme.] Wr.) von Roggenschneeschimmel.

Sectio Eupionnotes, subs. Aquaeductuum:

3. *F. aquaeductuum* Lagh. non Radlk. et Rabh. von der Ausmündung eines Trinkwasserleitungsrohres.
4. *F. stromaticola* P. Henn. von Birkenrinde.

Sectio Eupionnotes, subs. Chlamydospora:

5. ***F. flavum*** (Fr.) Wr. **n. n.** syn. *Fusisporium flavum* Fries von Asternstengel (Callistephus).
6. *F. dimerum* Penz. von Kartoffelknolle.
7. *F. merismoides* Cda. von Roßkastanienrinde.
8. *F. udum* (Berk.) Wr. von nicht keimendem Weizenkorne.

Sectio Sporotrichiella:

9. *F. poae* (Peck) Wr. von Weizenähre.

Sectio Arthrosporiella:

10. *F. semitectum* Berk. et Rav. von faulender Banane.
11. *F. incarnatum* (Rob.) Sacc. von faulender Batate.

Sectio Roseum:

12. *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. von Hirschkot.
13. *F. graminum* Cda. von faulender Nelkenknospe.
14. *F. herbarum* (Cda.) Fr. von weinrot verfärbtem kranken Weizenkorne.
15. *F. tubercularioides* (Cda.) Sacc. von fußkranker Pferdebohne, *Vicia faba*.
16. *F. acuminatum* (Ell. et Ev.) Wr. von faulender Quitte.
17. *F. succisae* (Schroet.) Sacc. von faulender Blüte des Teufelsabbiß, *Succisa pratensis*.
18. *F. viticola* Thuem. von erkrankter Weinrebe.
19. *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. (syn. *F. subulatum* Ap. et Wr.).
20. *F. samoense* Gehrm. von krebsiger Kakaobaumrinde.
21. *F. coccidicola* P. Henn. von Camellienblatt-Cocciden.

Sectio Gibbosum:

22. *F. chenopodinum* (Th.) Sacc. von Meldenstengel.
23. *F. scirpi* Lamb. et Fautr. (syn. *F. gibbosum* Ap. et Wr.) von Binsenhalm (Scirpus).
24. *F. falcatum* Ap. et Wr. vom faulenden Stengelgrund der Erbse.
25. *F. filiferum* (Preuß) Wr. von Kartoffelstengel.
26. *F. caudatum* Wr. von Batate.

Sectio Lateritium:

27. *F. larvarum* Fuck. von Insektenlarve.
28. *F. uncinatum* Wr. von welkekrankem *Cajanus indicus*-Stengel.
29. *F. salicis* Fuck. (= Stat. conid. *Gibberellae effusae* Rehm) von dürrem Weidenast.
30. *F. lateritium* Nees (= Stat. conid. *Gibberellae baccatae* [Wallr.] Sacc. (vom Blütenschafte der Yucca.
31. *F. sarcochroum* (Desm.) Sacc. (= Stat. conid. *Gibberellae pulicaris* [Fr.] Sacc.) von dürrem Besenginsterast (Sarothamnus).
32. *F. fructigenum* Fr. (= Stat. conid. *Gibberellae juniperi* [Desm. sub. var,] Wr.) von dürrem Eibenast.
33. *F. pyrochroum* (Desm.) Sacc. (= Stat. conid. *Gibberellae evonymi* [Fuck.] Sacc.) von Holunderast.
34. *F. urticearum* (Cda.) Sacc. (= Stat. conid. *Gibberellae moricolae* [Ces. et Not.] Sacc.) von krankem Maulbeerast.

Sectio Saubinetii:

35. *F. graminearum* Schwabe (= Stat. conid. *Gibberellae Saubinetii* [Mont.] Sacc.) von Weizenähre.
36. *F. caricis* Oud. (= Stat. conid. *Gibberellae flaccae* [Wallr.] Sacc.) von Bittersüßstengel, *Solanum dulcamara*.

Sectio Discolor, subs. Neesiola:

37. *F. lolii* (W. G. Sm.) Sacc. von Lolchähre, *Lolium perenne*.
38. *F. paspalicola* P. Henn. von Queckenähre, *Agropyron repens*.
39. *F. heterosporum* Nees von Mäusegerstenähre, *Hordeum murinum*.

Sectio Discolor, subs. Erumpens:

40. *F. sambucinum* Fuck. (syn. *F. discolor* Ap. et Wr.) von Kartoffelstengel.
41. *F. sulphureum* Schlecht. (syn. *F. discolor* Ap. et Wr. var. *sulphureum* Schlecht. s. sp.) von faulender Kartoffelknolle.
42. *F. polymorphum* Matr. von absterbendem Maisschaft.
43. *F. cerealis* (Cke.) Sacc. von krankem Weizenkorn.
44. *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. (syn. *F. rubiginosum* Ap. et Wr.) von krankem Weizenkorn.
45. *F. clematidis* Roll. et Fautr. von Clematisranke.
46. *F. pallens* (N.) Lk. von Lorbeerbaumrinde.
47. *F. decemcellulare* Brick. von Kakaobaumrinde.
48. *F. gigas* Speg. vom Halm einer Bambusacee.

Sectio Discolor, subs. Trichothecioides:

49. *F. trichothecioides* Wr., Erreger einer Kartoffelknollenfäule in den Vereinigten Staaten.

Sectio Ventricosum:

50. *F. argillaceum* (Fr.) Sacc. (syn. *F. ventricosum* Ap. et Wr.) von faulender Kartoffelknolle.

Sectio Elegans, subs. Orthocera:

52. *F. orthoceras* Ap. et Wr. *var. longius* Sherb. von Kartoffelstengel.
54. *F. orthoceras* Ap. et Wr. vom Stengelgrund einer Kartoffel.
56. *F. citrinum* Wr. von faulender Tomatenfrucht.

Sectio Elegans, subs. Constrictum:

58. *F. moniliforme* Sheldon von Maiskolben.
59. *F. batatis* Wr., Erreger der Batatenwelke.
63. *F. bulbigenum* Cke. et Mass. von faulender Narzissenzwiebel.

Sectio Elegans, subs. Oxysporum, series Cyanostroma:

51. *F. vasinfectum* Atk., Erreger der Baumwollwelke.
53. *F. oxysporum* Schlecht., Erreger der Kartoffelwelke.
55. *F. tracheiphilum* (Erw. Sm.) Wr., Erreger der Vignabohnenwelke.
60. *F. aurantiacum* (Wr.) Sacc. von faulendem Kürbis.
61. *F. niveum* Erw. Sm., Erreger von Wassermelonenwelke, *Citrullus vulgaris*.

Sectio Elegans, subs. Oxysporum, series Pallens.

57. *F. redolens* Wr., Erreger der Erbsenwelke (St. Johanniskrankheit).
62. *F. euoxysporum* Wr., Erreger von Kartoffelknollenfäule.
64. *F. blasticola* Rostr., Erreger der Fußkrankheit von Kiefernsämlingen.

Sectio Martiella: Erreger von Kartoffelfäule:

65. *F. coeruleum* (Lib.) Sacc.
67. *F. eumartii* Cpr.
69. *F. striatum* Sherb.
71. *F. solani* (Mart.) Ap. et Wr.

Sectio Pseudomartiella:

66. *F. sphaeriae* Fuck. (= Stat. conid. *Hypomycetis leptosphaeriae* (Niessl) Wr., an Brennesselstengel.
68. *F. javanicum* Koord. (= Stat. conid. *Hypomycetis cancri* [Rutg.] Wr.) von Kakaofrucht.
70. *F. radicicola* Wr., Erreger von gallertiger Kartoffelknollenfäule.

werden schlaff und vergilben. Es ist indes wahrscheinlich, daß in Ländern mit heißerem Klima die Verpilzung schneller fortschreitet und die Merkmale der Krankheit verstärken.

So berichteten BRIOSI und FARNETI [1]) über einen jäheren Verlauf der Krankheit in Italien. Sie haben mit *F. lateritium* Nees gearbeitet, dessen Schlauchform sie für *Gibberella moricola* halten. Es tritt ein Erschlaffen und Welken der jungen Triebe ein. Viele Knospen schlagen auch gar nicht aus. An ihnen und um sie herum bilden sich häufig Flecken aus, unter deren Haut das verpilzte Rindengewebe einsinkt und abstirbt, während auf der Oberfläche die matt lachsfarbigen länglichen Konidienlager erscheinen.

MIYAKE [2]) hat den Pilz auch in Südchina beobachtet. Er äußert sich über dessen Synonymie und hält *Gibberella moricola*, *G. baccata*, *Fusarium urticearum* und *F. lateritium* für ein und denselben Pilz. Darin befindet er sich jedoch im Irrtum, denn in der Reinkultur sind beide Gibberellen gut zu unterscheiden. Erstere entwickelt kastanienbraune, letztere bräunlich-weiße, dazwischen blaue sklerotiale Stromata. Hie und da bilden sich bei beiden große Sporodochien mit lachsfarbigem Konidienbelag und dann die Perithecien in Gruppen, deren Sporen bei ersterer, 1—3-septiert, $13—16 \times 4—6\ \mu$, bei letzterer, meist 3-septiert, $15—20 \times 5—6\ \mu$ Größe haben. Konidien bei ersterer 3—5-septiert, $30—45 \times 3—4\ \mu$, bei letzterer dicker, aber meist 3-septiert, $30—40 \times 4—5\ \mu$, seltener 4-, ausnahmsweise 5-septiert.

ADERHOLD [3]) hat eine **Zweigerkrankung bei Weichselkirschen** beobachtet, die er auf *Fusarium gemmiperda* Aderh. zurückführt. Dieselbe hat ihren Hauptsitz in den Knospen, die vor der Entfaltung der Blütenbüschel schon infiziert sind und daher vor der Blüte absterben. In feuchter Luft wächst aus den kranken Organen ein Mycel hervor, das auf schneeweißem Fruchtlager die typischen 3-septierten Sichelkonidien entwickelt, deren künstliche Übertragung auf gesunde Zweige besonders bei feuchter Versuchsbedingung gelungen ist.

Wahrscheinlich gehört auch dieser Krankheitserreger der Gruppe Lateritium an, die an Prunus sehr verbreitet ist mit Arten wie *F. salicis* und *F. pyrochroum*.

Diese Beispiele zeigen den Anteil der Fusarien an dem Entstehen der Astdürre und die Tragweite ihrer Schädigung, die sogar den Ansatz und damit die Fruchtbarkeit von Obstbäumen beeinträchtigen kann. Wir finden oft dieselben Arten immer wieder an den verschiedensten Wirtspflanzen vor. Einige gehen auch von Zweigen auf die Früchte über, und zwar auch auf sehr verschiedenartige. *F. herbarum* (= *F. putrefaciens* Ostrw.) findet sich beispielsweise im Kernhause von Äpfeln, in das es durch Infektion des Blütenstandes eingedrungen ist. Es erregt **Apfelfäule.** Überträgt man es auf Stichwunden eines reifen **Kürbis**, so entsteht auch an dieser Frucht eine schnell um sich greifende Braunfäule. Andererseits verursacht das von Weizenähren isolierte *F. herbarum* (= *F. metachroum* App. et Wr.) eine Apfelfäule. Zu demselben Ergebnisse kam bereits LEWIS in Maine im Jahre 1913. Derselbe hat auch mit *F. anthophilum* (A. Br.) Wr., *F. helianthi* Sacc. (s. var.) (von Apfel,

---

[1]) Rendic. R. Acc. dei Lincei X sem. 2, 1901, S. 61; Atti Ist. bot. Pavia 2 ser. X, 1906, S. 1.

[2]) Mycol. Centralbl. 1913, S. 275.

[3]) Centr. Bakt. Par. 2. Abt., 1900, S. 620.

Kartoffel, Kürbis und Sonnenblume) und *F. orthoceras* Ap. et Wr. (von Gurke, Erbse, Kartoffel) Apfelfäule erzielt. Ferner eine **Gurkenfäule** mit *F. conglutinans* Wr. von Callistephus und Kartoffel, mit *F. orthoceras*, mit *F. culmorum* (W. Sm.) Sacc. von Kürbis, *F. poae* (Peck) Wr. von Mays und *F. reticulatum* Mont. von Gurke, Kürbis und Weizen. Verfasser erzielte mit *F. acuminatum* aus Quitte eine Fäule an Äpfeln und Kartoffelknolle. *F. avenaceum* Fr. aus Apfelmumien zeigte sich nur schwach pathogen bei Übertragung auf gesunde Äpfel, dagegen als starker Fäulniserreger an der Kartoffelknolle. Hierdurch sind weitere Beispiele für die Übertragbarkeit verschiedener Fusarien auf verwandtschaftlich entfernt stehende Pflanzen gegeben, welche Beispiele sich sicher beliebig vermehren lassen.

Zu den Fusariosen wurden früher eine Reihe von Schädigungen gerechnet, die jetzt in andere Krankheitsgruppen fallen, nachdem die Erreger in andere Gattungen überführt worden sind. Zu nennen sind: Die von Aderhold[1]) beschriebene, auf *Fusarium rhizogenum* Pound. et Clem. zurückgeführte **Wurzelerkrankung an Apfel- und Kirschbäumchen.** Dieselbe ist von Osterwalder auch an jungen **Zwetschenbäumen** beobachtet worden. Osterwalder bezweifelte aber die Richtigkeit der Bestimmung Aderholds und schlug *F. Aderholdi*[2]) als Namen vor. Diese Neubenennung ist aber nicht nötig, da der Pilz eine Ramularia ist und heute als *R. macrospora* Fres.[3]) aufgefaßt wird.

Die angeblich durch *Fusarium rubi* Wint. hervorgerufene **Doppelblütigkeit der Brombeere** ist tatsächlich eine Ramularia-Infektion, deren Erreger *R. rubi* (Wint.) Wr. heißt. Die Krankheit ist nach Cook in Delaware aufgetreten. Der Pilz gelangt durch den Stempel in die Ovarien und füllt diese mit seinem Mycel aus. Nach dem Aufblühen der Knospe werden Konidien abgeschnürt, welche die jüngeren Knospen ebenfalls infizieren. Zur Bekämpfung wird das Abpflücken der kranken Knospen empfohlen.

Alle größeren Konidien von zylindrischer oder schwach keuliger Gestalt und beidendiger Abrundung, insbesondere diejenigen, welche in den Entwicklungsgang des **Krebses unseres Obstbäume** sowie der Buche und anderer Bäume gehören, werden heute als Cylindrocarpon aufgefaßt. Die Konidien gingen früher unter dem Namen *Fusidium candidum* Willk., *Fusarium Willkommii* Lindau, *F. mali* All. und gehören, wie außer dem Verfasser auch Klebahn durch Reinkulturen aus Ascosporen nachgewiesen hat, zu *Nectria galligena* Bres., *N. ditissima* Tul., *N. coccinea* (Pers.) Fr. und *N. sanguinea* (Sibth.) Fr. Die ersten beiden Nectrien rufen Krebs hervor, die anderen sind in Verbindung mit **Rindenfäule** angetroffen.

Kleine Faulflecken an Cucurbitaceenfrüchten, deren Erreger in der Literatur noch vielfach unter dem Namen *F. lagenarium* Pass. aufgeführt wird, werden in Wirklichkeit von *Gloeosporium lagenarium* (Pass.) Sacc. et Roum. hervorgerufen.

---

[1]) Centr. Bakt. Par. 2. Abt., 1900, S. 620.
[2]) Bericht 1913/14 Landw. Jahrb. d. Schweiz 1915, S. 467—608.
[3]) Phytopathology 1913, S. 222.

Zweiter Abschnitt.

Parasitische Algen.

Von G. Lindau.

Die in den vorhergehenden Kapiteln besprochenen Pilze leiten sich aller Wahrscheinlichkeit nach phylogenetisch von den Algen ab, obgleich sich der nähere Anschluß natürlich nicht mehr nachweisen, sondern höchstens noch wahrscheinlich machen läßt. Beide Klassen stellen in ihrer Lebensweise die vollkommensten Gegensätze dar, denn die mit Chlorophyll versehenen Algen vermögen Stärke aus anorganischen Stoffen zu bilden, während die Pilze auf bereits vorgebildete organische Stoffe angewiesen sind und keine Stärke bilden. Die Folge davon ist, daß wir bei den Algen das selbständige Leben als Regel finden, daß dagegen bei den Pilzen der Parasitismus sehr weit verbreitet ist, wie wir gesehen haben. Die gesamte Organisation der beiden Klassen paßt sich daher ihrer Lebensrichtung an, und auch ihre Fortpflanzung steht im völligen Einklang mit der äußeren Umgebung. Bei den Algen, als vorwiegende Wasserpflanzen, finden sich Schwärmsporen und ähnliche Fortpflanzungszellen, während die Pilze, wenn man von einigen wenigen Gruppen der Oomyceten, die oben näher behandelt sind, absieht, lediglich Fortpflanzungszellen besitzen, die der Verbreitung auf dem Lande durch den Wind angepaßt sind. Näher kann hier auf diese Verhältnisse nicht eingegangen werden.

Was man gemeinhin unter Algen zusammenfaßt, das sind sehr heterogene Gruppen von Organismen, über deren Zusammenhang wir uns noch durchaus unklar sind. Man trennt jetzt die Cyanophyceen oder Spaltalgen (Schizophyceen) von den echten Algen ab. Bei den ersteren ist der grüne Farbstoff gleichmäßig im Plasma verteilt und wird durch einen anderen, das Phykocyan, verdeckt. Erst beim Absterben der Zelle oder beim Herauslösen des blaugrünen Phykocyans tritt das Chlorophyllgrün hervor. Geschlechtliche Fortpflanzung fehlt; die Vermehrung findet lediglich durch Zellteilung statt. Zellkerne sind bisher nicht nachgewiesen. Die Cyanophyceen bieten deshalb eine unverkennbare Ähnlichkeit mit den Schizomyceten dar, mit denen zusammen sie gewöhnlich als Schizophyten oder Spaltpflanzen zusammengefaßt werden. Wir wenden uns zuerst dieser Abteilung zu.

Cyanophyceen.

Die hier zu erwähnenden Arten gehören den verschiedensten Familien an, haben aber alle die erwähnte blaugrüne Färbung gemeinsam. Echte Parasiten, welche Zerstörungen der Pflanzensubstanz veranlassen, finden sich nicht; dagegen verursachen recht viele indirekte

Schädigungen nach Art der blattbewohnenden Rußtaupilze. Der Untersuchung dieser für die Gewächshäuser wichtigen Verhältnisse ist eine Arbeit von A. MAURIZIO[1]) gewidmet, die sich hauptsächlich mit der Wirkung der epiphyllen Formen auf das Blatt beschäftigt. In den Warmhäusern finden sich Cyanophyceen und auch echte Grünalgen in großer Menge stets vor, namentlich bevorzugen sie alle feuchten Substrate, wie Koksschichten, Tuff, die Ränder der Wasserbassins usf., und gelangen von da aus auch auf die Blätter, auf denen sie oft dichte grüne oder gelbgrüne Decken bilden. Die Zusammensetzung dieser Vegetation ist durchaus nicht gleich, sondern hängt von äußeren Umständen ab, die wir nicht genauer kennen; viele mögen auch mit den eingeführten Pflanzen eingeschleppt werden, denn es kommen keineswegs nur einheimische Formen vor. So finden sich auf den verschiedensten Pflanzen die Cyanophyceen: *Hypheothrix coriacea* Kg. und *Zenkeri* Kg., *Tolypothrix aegagrophila* Kg., *Scytonema Julianum* Menegh. und *Hofmanni* Ag., *Gloeocapsa fenestralis* Kg., *Aphanocapsa pulchra* Rabh., Oscillatoria-Arten, *Chroococcus helveticus* Naeg. und viele andere, daneben von echten Grünalgen: Trentepohlia-Arten, *Protococcus*, *Cystococcus*, Confervoideen usw. Alle diese Arten schädigen nur in indirekter Weise, und zwar in viel höherem Maße, die Pflanzen mit zarter, unverdickter Oberhaut als solche mit stark cuticularisierter und dabei mehrschichtiger Epidermis (Lederblätter). Am verderblichsten werden die Algendecken den zarten Blättchen von *Adiantum capillus Veneris*, bei denen die Spreiten der Blätter sich einrollen und bräunen, bis zuletzt ganze Wedel absterben. Bei *Nephrolepis exaltata* drangen von den Überzügen auch einzelne Kolonien in die Atemhöhlen der Spaltöffnungen ein und trieben die Schließzellen auseinander. Außer den Farnen leiden auch besonders Begonien, die mit ihren Epidermispapillen die Algen geradezu fangen und festhalten. Überhaupt können alle diejenigen Blätter, welche durch Unebenheiten die Ansiedlung der Decken begünstigen, sehr großen Schaden erleiden. Viel geringer werden die Schäden bei festen, großen Blättern mit verdickten Epidermisschichten. Zwar können auch hier die Algenrasen in die Spaltöffnungen eindringen und sie verstopfen, aber das Blatt selbst erleidet davon keine merkliche Beeinträchtigung seines Wachstums; manche gut ausgerüsteten Blätter, wie die von *Aechmea, Ficus* u. a., werden überhaupt nicht geschädigt.

Neben diesen rein mechanischen Einwirkungen ist aber auch die Herabsetzung der Assimilation und Transpiration durch die Überzüge zu berücksichtigen, namentlich macht sich das bei ungeschützten Blättern geltend, während die lederartigen meist keinerlei Beeinträchtigung erfahren. Allerdings ist zu bedenken, daß ja im Warmhause häufig die Pflanzen unter schwächenden äußeren Bedingungen stehen; in solchem Falle ist es keineswegs verwunderlich, wenn Schädigungen auch bei gut geschützten Blättern bisweilen festgestellt werden. Gegenmittel werden sich nur schwer anwenden lassen. Durch Abspritzen oder Abwischen der Blätter kann von Zeit zu Zeit eine Reinigung stattfinden, aber bei zarteren Pflanzen ist das natürlich nicht angängig; infolgedessen könnte man höchstens die Ansiedlung der Arten im Gewächshause selbst zu verhindern suchen, indem man Tuff, Koks oder ähn-

[1]) Wirkung der Algendecken auf Gewächshauspflanzen in Flora LXXXVI, 1899, S. 113. Hier die einschlägige Literatur.

liche Materialien vermeidet. Erfahrungen über derartige Vorkehrungen liegen bisher noch nicht vor. Es würde verkehrt sein, wenn man von der Wirkung diese epiphyllen Algen im Gewächshause etwa auf die im tropischen Regenwalde schließen wollte; die Bedingungen sind doch wesentlich andere, und Schädigungen werden deshalb in den Tropen schwerlich in bemerkbarem Maße auftreten.

Zu nennen wären noch einige Nostocaceen, welche im Innern lebender Pflanzen wachsen, aber wohl eher als Raumparasiten wie als echte Parasiten aufzufassen sind. Die Nostockolonien bestehen aus durcheinander gewirrten Fäden, die von blaugrünen, tonnenförmigen Zellen gebildet werden. Die Grenzzellen stehen interkalar und unterscheiden sich von den gewöhnlichen vegetativen Zellen durch ihre Größe und hellere Färbung; an jungen Fäden befinden sie sich terminal. Dauerzellen kommen vor, doch wohl schwerlich bei den hier in Betracht kommenden Arten. *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Har. (= *N. gunnerae* Reinke) lebt im Stamme von Gunnera-Arten. Diese zu den Halorrhagidaceen gehörige Gattung besitzt im Stamme Schleimdrüsen, die im ausgebildeten Zustande nur von der Epidermis bedeckt werden. Wenn die Schleimabsonderung im Gange ist, so wird die Epidermisschicht abgehoben, und nun dringen die Nostocfäden in das Innere ein. Zuerst finden sie sich nur in den durch die Verschleimung der Drüsenzellen gebildeten Höhlungen, später dringen sie dann durch die Intercellularräume ins Parenchym vor, wo sie einzelne Zellen auflösen und die dort lagernde Stärke verbrauchen. Wenn dann die Drüsen ihre Tätigkeit einstellen und vom Parenchym wieder geschlossen werden, so bleiben die Kolonien des *Nostoc* im Grundgewebe liegen und treten auf Querschnitten des Stammes als kleine blaugrüne Punkte hervor. Der Stamm von *Gunnera* ist nur wenig über der Erde erhaben, infolgedessen wird es den Nostockolonien, welche sonst frei in der Erde leben, nicht schwer, in die Pflanze einzudringen. Trotzdem hier Zellen zerstört und ausgesaugt werden, findet keine Schädigung der Pflanze statt. Ebensowenig verbreiten sich die Kolonien auf andere Teile der Pflanzen, die Blattstiele und Blätter zeigen sich stets frei von Algen. Andererseits ist *Gunnera* nicht etwa auf die Algen angewiesen, denn sie läßt sich auch ohne dieselben kultivieren und gedeiht nicht minder gut als mit den Einwohnern.

Mit dieser Nostocart oder mit *N. commune* Vauch. wird *N. cycadearum* Reinke identifiziert, von der die Seitenwurzeln von Cycadeen befallen werden (Fig. 44, *1*). An der Pfahlwurzel der jungen Cycadeenpflanzen entspringen unmittelbar oder an kurzen Seitenwurzeln gabelig gestaltete Äste, die sich wieder gabelig verzweigen und zuletzt häufig dichte Konglomerate bilden, die äußerlich kleineren Wurzelanschwellungen von Alnus nicht unähnlich sehen. Macht man Querschnitte durch solche Gabeläste, so findet man häufig, aber durchaus nicht immer, einen schmalen blaugrünen Ring innerhalb der Rinde, der von den Notoczellen gebildet wird. Auf Längsschnitten sieht man, daß sich dieser Zylindermantel nicht über den Vegetationspunkt hinüberwölbt, sondern unterhalb desselben endigt. Die Ringform, in der die Algen lagern, wird von der Wurzel in ganz bestimmter Weise vorgebildet. Aus den normalen Parenchymzellen werden nämlich radiär gestreckte Parenchymzellen, die zwischen sich weite Intercellularräume lassen, in denen die Kolonien der Algen vegetieren. Ob die Alge an gelegentlichen Wundstellen oder zu den jüngsten Intercellularspalten

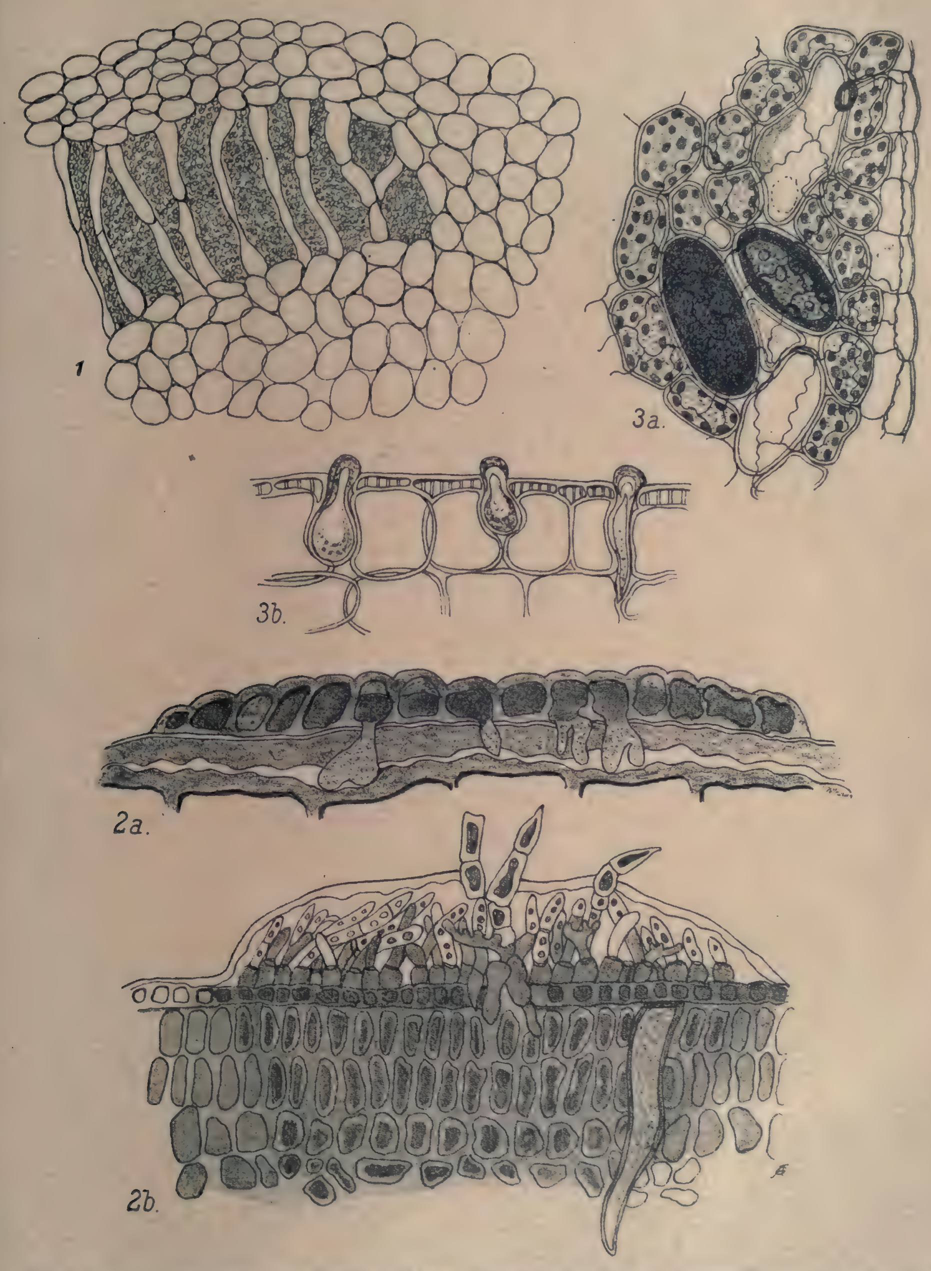


Fig. 44. *1 Anabaena cycadearum* Rke. Querschnitt durch eine Cycaswurzel mit den gestreckten Zellen und den in den Intercellularen liegenden Nostockolonien. *2 Mycoidea parasitica* Cunn. auf *Camellia japonica* im Querschnitt; *a* junger Thallus mit eindringenden Rhizoiden, *b* älterer Thallus mit Rhizoiden und Haarbildungen an der Oberseite. *3 Chlorochytrium lemnae* Cohn in *Lemna trisulca*; *a* reife und geleerte Sporangien im Gewebe, *b* keimende Sporen dringen durch die Epidermis. Alles stark vergrößert. (*1* nach v. Tubeuf, *2* nach Cunningham, *3 a* nach Klebs, *3 b* nach Cohn.)

der Wurzelrinde eindringt, ist ungewiß; sicher ist dagegen, daß die Kolonien später von der Außenwelt vollständig abgeschlossen sind und deshalb von der Wurzel ernährt werden müssen. Auch diese Erscheinung können wir nicht ohne weiteres dem Parasitismus subsumieren, denn eine Schädigung der Pflanze findet durchaus nicht statt.

Kurz erwähnt sei das Vorkommen von *N. lichenoides* in den Schleimhöhlen des Lebermooses *Anthoceros laevis* und von *Anabaena azollae* Strasb., die sich regelmäßig in den Höhlungen der fleischigen Schwimmblätter von Azolla-Arten findet. Bei Lebermoosen treten ähnliche Formen nicht selten in natürlichen Höhlungen auf. Über die biologische Bedeutung dieser merkwürdigen Anpassungserscheinungen herrscht keineswegs die gleiche Meinung bei den Untersuchern, und wir können deshalb um so eher auf eine eingehende Darstellung verzichten, weil keine Kulturpflanzen in Betracht kommen.

Chlorophyceen.

Wie schon der Name besagt, ist die Farbe der Zellen eine rein grüne; kein Farbstoff überdeckt das grüne Chlorophyll, das in den meisten Fällen an bestimmt geformte Plasmakörper, die Chlorophyllkörper, wie bei den höheren Pflanzen, gebunden erscheint. Auf die systematische Gliederung gehe ich nicht ein, da nur wenige Vertreter aus weit entfernten Gruppen als Parasiten nachgewiesen worden sind. Von den einzelligen Formen, die als Protococcales zusammengefaßt werden, wäre die Gattung *Chlorochytrium* Cohn zu erwähnen. Man faßt diese und noch eine Anzahl endophyter Gattungen als Endosphaereae zusammen.

Am besten ist *Ch. lemnae* Cohn bekannt, das in *Lemna trisulca* wohnt (Fig. 44, *2*). Die ovalen Zellen besitzen ein allseitig wandständiges Chromatophor, das mit vorspringenden Leisten oder Stäben versehen ist. Zur Fortpflanzung teilt sich der Inhalt einer Zelle in viele Partien, aus denen entweder gewöhnliche Zygozoosporen oder Gameten werden (*Ch. lemnae* bildet nur letztere). Die Gameten treten aus der Mutterzelle aus und bleiben in einer Gallertmasse eingehüllt, bis die Kopulation von je zwei Gameten miteinander erfolgt ist. Die Zygozoosporen schwärmen mit vier Cilien eine Zeitlang, umgeben sich dann mit einer Membran und dringen mit Hilfe eines Keimsackes in das Gewebe an diejenigen Stellen ein, wo zwei Epidermiszellen zusammenstoßen. Der ganze Inhalt der Zelle wird in das eingesenkte Zellstück entleert, und außerhalb bleibt nur ein kleiner, aus einer verdickten Membran bestehender Zellknopf übrig. Im Intercellularraum liegend wächst darauf die Zelle zu ihrer definitiven Größe heran und bildet dann Gameten. Nachdem im Sommer mehrere Gametengenerationen aufeinandergefolgt sind, bilden sich die Zellen beim Absterben der Lemna zu Dauerzellen um, die erst im Frühjahr wieder ihre Lebenstätigkeit beginnen. Eine zweite Art ist *Ch. Knyanum* Kirchn. mit ausschließlicher Zoosporenbildung. Die Schwärmer dringen wahrscheinlich nur zu den Spaltöffnungen ein. Die Pflanze kommt in Lemna-Arten, *Elodea*, *Ceratophyllum* vor. Die übrigen Arten können wir hier übergehen. Allen ist gemeinsam, daß sie die Nährpflanzen nicht schädigen, und daß sie daher nur als Raumparasiten betrachtet werden können.

Eine ähnliche Entwicklung haben verwandte Gattungen, wie *Endosphaera* Klebs, *Scotinosphaera* Klebs, *Dicranochaete* Hieron. u. a.; sie leben ebenfalls in Wasserpflanzen als Raumparasiten, beanspruchen aber keine Bedeutung weiter. Erwähnenswert ist dagegen *Phyllobium dimorphum* Klebs, das in lebenden, bisweilen auch abgestorbenen Blättern von *Lysimachia nummularia, Ajuga reptans, Chlora, Erythraea* vorkommt. Die mit nur zwei Cilien versehenen Zygozoosporen dringen zu den Spaltöffnungen ein und bilden im Blattinnern unregelmäßig geformte Zellen, die auch zu langen Schläuchen auswachsen können. Vielfach dringen diese in die Gefäßbündel ein und folgen dem Verlaufe der Spiralzellen. Diese Alge scheint eine gewisse Alteration der Nährpflanze zu veranlassen, da die befallenen Teile etwas bleicher aussehen als die algenfreien; doch kann man von wirklichem Parasitismus auch hier wohl schwerlich sprechen.

Aus der Gruppe der Confervales werden einige Entophyten aus den Gattungen *Endoclonium*, *Entoderma*, *Trentepohlia* usw. angegeben, wichtiger ist aber nur *Mycoidea* Cunn. mit den Arten *M. parasitica* Cunn.[1]) (Fig. 44, *2*) und *M. flabelligera* (de Toni) Wille. Die Alge besteht aus einem einschichtigen, scheibenförmigen Thallus, der im Alter am Rande gelappt und oberseits mit unverzweigten, mehrzelligen Haaren versehen ist. Unterseitig trägt die Scheibe verzweigte, einzellige Rhizoiden. Diese Alge wächst in Blättern sehr vieler tropischer Pflanzen (z. B. auch von *Thea*, *Citrus*, *Rhododendron* usw.), namentlich von solchen mit dicken, lederigen Blättern, zwischen Cuticula und Epidermis. Durch das Wachstum wird die Cuticula schließlich gesprengt, und auch durch die Epidermis können einzelne Rhizoiden, allerdings in Ausnahmefällen, ins Innere dringen; eine Durchwucherung des Parenchyms findet aber niemals statt. Einzelne Zellen, welche über den Thallus emporragen, bilden sich zu Zoosporangien um; in ihnen werden mit zwei Cilien versehene Zoosporen gebildet, die meist durch einen Längsspalt des Zoosporangiums austreten. Die Zoosporen dringen in die Cuticula ein und wachsen zu einem neuen Thallus aus. Hier scheint nun ein wirklicher Fall von Parasitismus vorzuliegen, denn die von den Thallusscheiben bedeckten Blatteile sterben ab und fallen zuletzt aus. Wenn auch damit keine Schädigung der Pflanze selbst verbunden ist, so können dadurch doch einzelne Blätter zum Absterben gebracht werden. *Mycoidea* gibt häufig die Nähralge von epiphyllen Flechten ab, über die im folgenden Kapitel noch einiges zu sagen ist.

Von besonderer Bedeutung ist für den indischen und holländisch-indischen Teebau der *red rust* (*oranja roest)*, der von *Cephaleuros virescens* Kunze verursacht wird. Die Alge gehört wohl ebenfalls in die Gattung *Mycoidea* und dürfte mit *M. parasitica* sehr nahe verwandt sein. Ob die indischen Exemplare mit den Kunzeschen aus Surinam stammenden Pflanzen überhaupt identisch sind, mag dahingestellt bleiben. Auf den Blättern der Teepflanze bildet die Alge gelbrote, runde Flecken, deren Bau von denen der *Mycoidea* nicht abweicht. Sie beschränkt sich aber nicht bloß auf die Blätter, namentlich der älteren Zweige, sondern geht auch auf jüngere Zweige über, wohin sie durch die Zoosporen gebracht wird.

---

[1]) Vgl. Cunningham, On Mycoidea parasitica in Trans. Linn. Soc. London, 2 ser. I, 1879, S. 301; ferner Karsten, Untersuchungen über die Familie der Chroolepideen in Ann. Jard. Buitenzorg. X, 1901, S. 1. Letzterer Autor nennt die Art *Cephaleuros mycoidea.*

Bei kräftigem Wachstum der Schosse vermag die Alge keinen Schaden anzurichten; ist dagegen aus irgendwelchen Gründen das Wachstum bereits verlangsamt, so dringt sie schnell in die Gewebe ein und tötet die Zweige ab. Das Hauptverbreitungsmittel bildet der Regen und der Wind, die die Sporangien auf gesunde Pflanzen übertragen. Als Bekämpfungsmittel empfehlen MANN und HUTCHINSON[1]) eine solche Bearbeitung der Plantagen, daß die Pflanzen möglichst gekräftigt werden, damit sie dem Angriff des Schmarotzers, der auf gesunden Pflanzen nicht erfolgt, Widerstand zu bieten vermögen.

Von den Siphonales käme die von KÜHN[2]) näher untersuchte Gattung *Phyllosiphon* mit der Art *P. arisari* Kühn in Betracht. Die Nährpflanzen *Arisarum vulgare*, *A. simorrhinum* und *Arum maculatum* zeigen auf ihren Blättern und Blattstielen sich vergrößernde, bleiche Flecken. Jeder Flecken entspricht einem Algenindividuum, das mit seinem reich verzweigten Fadensystem die Interzellularräume ausfüllt und das Chlorophyll der Parenchymzellen verschwinden läßt. Obwohl das Chlorophyll durch Öl ersetzt wird, bleiben die Zellen doch turgeszent, bis die Sporenbildung vollendet ist. Die Alge selbst besteht aus reich verzweigten Fäden, die keinerlei Scheidewandbildung besitzen. Fast der ganze Thallus ist fähig, ovale Aplanosporen zu bilden, die in dicht gedrängten Massen die Fäden erfüllen. Dabei findet keineswegs eine Abgrenzung zwischen dem vegetativen und fruktifikativen Teile des Thallus statt. Die Entleerung der Sporen erfolgt so, daß ein unter einer Spaltöffnung befindlicher Thallusast aufplatzt, wodurch die Sporen in feinem Strahl ausgepreßt werden. Jede Spore ist sofort keimfähig und produziert einen neuen Thallus. Bisher ist der Parasit nur in Italien und Südfrankreich beobachtet worden. Wahrscheinlich gelangen am Ende der Vegetationsperiode die Sporen mit den absterbenden Pflanzenteilen in die Erde, aber es ist bisher noch nicht gelungen, die Dauerzustände oder andere Fruchtformen nachzuweisen, ebensowenig wie man bisher Genaueres über die Neuinfektion der Pflanze im Frühjahr festgestellt hat.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß in den Klassen der Braun- und Rotalgen zahlreiche parasitische Arten vorhanden sind, die aber ausschließlich auf Meeresalgen vorkommen und deshalb für unsere Zwecke keine Bedeutung beanspruchen.

---

[1]) Cephaleuros virescens Kunze, The red rust of tea in Mem. of the Dep. of Agric. in India. I n. 6, 1907.

[2]) Über eine neue parasitische Alge, Phyllosiphon arisari in Sitzungsber. der Naturf. Ges. Halle für 1878 (1879).

Dritter Abschnitt.

Flechten.

Noch vor wenigen Jahrzehnten galten die Flechten für eine mit den Pilzen und Algen gleichwertige Klasse der Thallophyten, bis durch die bahnbrechenden Untersuchungen SCHWENDENERS bewiesen wurde, daß der Flechtenorganismus aus einem farblosen Teile, der den Pilzen zuzurechnen ist, und aus einem durch Chlorophyll gefärbten besteht, dessen Zugehörigkeit zu den Algen erwiesen wurde. Der Beweis für die komplexe Natur der Flechten ließ sich nun nicht bloß durch eingehende anatomische Analyse des Thallus führen, sondern auch durch die Synthese. Nachdem man zuerst (BORNET, FAMINTZIN usw.) gezeigt hatte, daß die aus dem Thallus isolierten Algen ein selbständiges Leben zu führen vermögen, gelang es auch, nach Ausarbeitung geeigneter Kulturmethoden, die Flechtenpilze ohne Algen künstlich zu ziehen (MÖLLER). Dadurch war aber bewiesen, daß beide Komponenten unabhängig voneinander existieren können, und die künstliche Erzeugung von Flechten, indem man die Algen mit den keimenden Flechtensporen besäte, vollendete dann den Beweis und erhob die anfänglich so hart bekämpfte Flechtenhypothese zu einer unumstößlichen Tatsache. Es wurde dann mit Erfolg versucht, die flechtenbildenden Algen mit freilebenden zu identifizieren; weniger glücklich dagegen war man in der Aufdeckung der Verwandtschaftsverhältnisse der Flechtenpilze. Bisher ist es, wenn wir von dem Nachweise, daß derselbe Pilz die Basidiolichene *Cora* und ein *Stereum* zu bilden vermag, abgesehen, noch in keinem einzigen Falle gelungen, einen freilebenden Pilz mit einem Flechtenbildner zu identifizieren. Dagegen wissen wir wenigstens von einigen Flechtengruppen, mit welchen Abteilungen der Ascomyceten sie am nächsten verwandt sind.

Von großer Wichtigkeit ist nun die Frage, in welchem Verhältnis die beiden Komponenten des Flechtenthallus zueinander stehen. SCHWENDENER vertrat von vornherein die Meinung, daß der Pilz ein Parasit auf der Alge sei, aber DE BARY sah das Verhältnis beider als Symbiose an. Er — und in der Folgezeit bis heute die meisten anderen Forscher — nahm an, daß die Alge den Pilz mit organischen Stoffen, die durch die Assimilation erzeugt werden, versorgt, während dafür der Pilz die nötige Feuchtigkeit, Schutz und vielleicht auch anorganische Salze liefern sollte. Gewiß hat diese Anschauung etwas Bestechendes für sich, wenn man bedenkt, daß die Flechten an Orten zu wachsen vermögen, an denen die Komponenten einzeln zugrunde gehen würden. Die beiden so grundverschiedenen Organismen müssen also ausgezeichnet aufeinander angepaßt sein. Indessen vollzieht sich in neuerer Zeit ein allmählicher Umschwung, der dazu geführt hat,

daß die Idee SCHWENDENERS niemals zur Geltung gekommen ist. Die Tatsachen, daß die Algen wieder zur fruktifikativen Fortpflanzung kommen, und daß sich im Thallus außerordentlich viele abgestorbene Algenzellen finden, zeigen doch deutlich, daß der Pilz der Alge bedeutenden Schaden zufügt. Es kann sich daher keineswegs um eine für beide Teile gleich vorteilhafte Symbiose handeln, sondern lediglich um eine Art von Parasitismus. ELENKIN hat dafür neuerdings den Namen Endosaprophytismus vorgeschlagen. Meiner Überzeugung nach läßt sich ein endgültiges Urteil über das Verhältnis beider Komponenten zueinander noch nicht abgeben; fest steht für mich nur, daß die Anschauung von der mutualistischen Symbiose nicht aufrechtzuerhalten ist, denn dagegen spricht die klare anatomische Tatsache vom Absterben der Flechtengonidien. Aber andererseits läßt die bloße anatomische Untersuchung noch keinen Schluß auf die Lebensäußerungen und auf die physiologischen Leistungen der Organismen zu; in großen Zügen mögen also die Tatsachen feststehen, in Einzelheiten wissen wir so wenig wie vor einem halben Jahrhundert bei dem Beginn des Kampfes um die Auffassung des Flechtenorganismus.

Über die Organisation der Flechten können wir nur wenige Bemerkungen geben, da ausführlichere Erörterungen über den Bau und die systematische Anordnung zu weit führen würden. Die Flechtenalgen oder Gonidien finden sich entweder im gesamten Thallus regellos zerstreut (homoeomer), oder sie sind auf eine bestimmte Thalluszone beschränkt (heteromer), die unterhalb der oberen Rindenschicht liegt. In den weitaus meisten Fällen bestimmt der Pilz die äußere Form. Bei den höher organisierten Flechten kann man einen zentralen Bau unterscheiden, wenn der Thallus sich senkrecht vom Substrat abhebt, oder einen dorsiventralen, wenn er ihm anliegt. Im ersteren Falle finden wir zumeist einen Markzylinder, der verschieden gebaut sein kann, je nach seiner mechanischen Inanspruchnahme, um ihn herum die Gonidienschicht und außen die Rindenschicht. Bei den dorsiventral gebauten Formen liegt oben stets die Rindenschicht, unter ihr die Gonidienschicht und unter dieser das Mark; eine untere Rindenschicht ist häufig vorhanden, kann aber auch fehlen. Bei vielen Formen dieses Typus gehen von der Unterseite Haftfasern aus, die zur Befestigung auf dem Substrate und wahrscheinlich auch zur Aufnahme von Nahrungsstoffen dienen. Bei den sogenannten Krustenflechten kommt ein einheitlicher Thallus nicht mehr zustande, sondern der Thallus löst sich in einzelne Schüppchen auf, die aber doch durch eine Art Randwachstum den Eindruck eines einheitlichen Individuums ausmachen. Solange die Schuppen auf der Oberfläche des Substrates wachsen, zeigen sie gewöhnlich auch den regulären dorsiventralen Bau; sobald sie aber in die Rinde eindringen (hypophloeodisch), findet eine völlige Auflösung der einzelnen Schichten statt. Wir finden dann zwischen den Peridermschichten die Hyphen bis tief hinabgehend, während die Algen in ganz unregelmäßiger Verteilung sich auf die oberen Lagen beschränken und nur selten tiefer angetroffen werden (vgl. Fig. 45).

Während die Algen sich im Thallus nur durch Teilung vermehren, besorgt der Pilz die Fortpflanzung allein. Wir treffen bei den Ascolichenen als Hauptfruchtformen Peri- und Apothecien in der uns bereits bekannten Ausbildung, nur daß meistens im Gehäuse noch Gonidien zerstreut liegen. Als vegetative Fortpflanzungsformen kommen Soredien und Isidien in Betracht (die nur einmal bei den Calicieen

beobachteten Oidien übergehe ich). Unter Soredien versteht man kleine Konglomerate aus wenigen Algenzellen und Pilzfäden. Sie entstehen als Zerfallprodukte von bestimmten Thalluspartien (Sorale) und finden sich oft in so großen Mengen, daß die Thallusoberfläche dadurch vollständig staubig aufgelöst wird. Die Isidienbildung läßt die Thallusoberfläche in allerlei Wärzchen, Säulchen, Schüppchen usw. auswachsen, die sich aber nicht öffnen. Wenn die Soredien oder die Wärzchen der Isidien von der Flechte sich trennen und anderswo anfliegen, so geben sie einem neuen Thallus den Ursprung. Auf die Bedeutung dieser Vermehrungsarten kann hier nicht näher eingegangen werden, zumal die Anschauungen darüber noch nicht geklärt sind.

Allgemein wird behauptet, daß das Flechtenwachstum die Bäume schädigt, und es wurden deshalb schon von älteren Forschern, z. B. Gleditsch, Untersuchungen darüber angestellt, worin die Schädlichkeit beruhe. Die Forstleute, die natürlich die ganze Frage am meisten angeht, haben sich vielfach damit beschäftigt, aber als vollständig gelöst kann sie auch heute noch nicht gelten. Wir finden häufig bei Obstbäumen den Stamm und einen Teil der Äste vollständig von

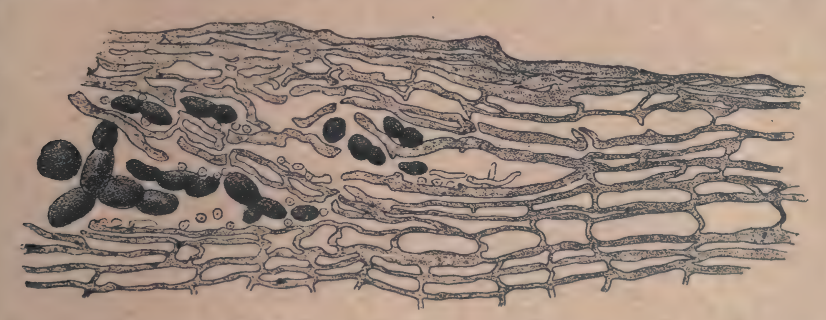


Fig. 45. Algen und Hyphen des Thallus von *Arthonia radiata* im Periderm des Haselnußstrauches. (Nach Lindau.)

Flechten eingehüllt; noch auffälliger bemerkbar wird dies bei forstlich kultivierten Bäumen, z. B. Kiefern, Fichten, Birken, Eichen usw. Die jungen Stämmchen werden bisweilen bis hoch hinauf von einem dichten Mantel eingehüllt, der auch auf alle Zweige übergreift. Obwohl eine Schädigung nicht in jedem Falle zu bemerken ist, so findet man doch häufig Äste, die nur noch an der äußersten Spitze lebende Nadeln oder Blättchen tragen und im Jahre darauf ganz eingehüllt werden und absterben. Oft fallen ganze Schonungen dem Flechtenwachstum zum Opfer.

Die Arten, die man am häufigsten findet, wechseln je nach der Lokalität. An Obstbäumen wachsen meist Parmelia-Arten, *Lecanora subfusca*, *Ramalina* und *Evernia;* an den Nadelhölzern kommen fast ausschließlich *Parmelia physodes* und *P. furfuracea* vor, an Laubbäumen namentlich im Gebirge *Parmelia saxatilis* und *physodes*, Ramalina-Arten, *Usnea, Alectoria, Cetraria* u. a.

Daß also Schäden vorhanden sind, kann nicht geleugnet werden, aber wie kommen sie zustande? Nach meinen Untersuchungen[1]) dringen die Pilzhyphen nur in die oberen Peridermschichten ein, die meist schon durch andere äußere Umstände aufgelockert oder zerstört

[1]) G. Lindau, Lichenologische Untersuchungen I. Dresden 1895.

worden sind. Die einzelnen Lagen werden aufgeblättert und, sobald sich Angriffspunkte finden, in die einzelnen Zellen zersprengt. Die Tiefe, in welche die Hyphen vordringen können, wird im allgemeinen durch die Grenze bestimmt, wo die abgestorbenen Rindengewebe keine äußeren Verletzungen mehr zeigen; so ist es ganz ausgeschlossen, daß etwa eine Flechtenhyphe durch enzymatische Wirkung sich durch eine unverletzte Membranlamelle bohren kann. Sie ist nur imstande, bereits vorhandene Sprünge oder Spalten mechanisch zu erweitern und dadurch die Zersprengung der Zellzüge zu veranlassen. Im lebenden Rindengewebe sind noch niemals Hyphen beobachtet worden. Ich möchte hervorheben, daß diese Tatsachen nur für die oben genannten Flechten festgestellt sind; ob sich alle Arten so verhalten, darüber läßt sich nichts sagen, obwohl es sehr wahrscheinlich ist, daß sie ebenso wachsen. Unter diesen Umständen ist es vollständig ausgeschlossen, daß die Flechte den Bäumen irgendwelchen direkten Schaden zufügen kann, denn sie wächst ja nur auf dem vom Baume selbst schon aufgegebenen Gewebe und findet sich deshalb auch nicht auf jungen Zweigen, die noch von der primären Epidermit bedeckt sind und noch keine Borkenbildung zeigen [1]). Gelegentlich können zwar Hyphen in die Lenticellen eindringen und sie verstopfen, aber für ältere Stämme oder Zweige besitzt diese Tatsache keine weitere Bedeutung. Die Schädigungen können also bloß indirekter Art sein, und zwar muß man sich gleichzeitig die Frage vorlegen, ob die Flechten primär zu schädigen vermögen, oder ob erst prädisponierende Umstände für ihr Auftreten vorausgehen müssen.

Die Entstehung indirekter Schäden läßt sich bei den Obstbäumen besonders gut verfolgen. Der Flechtenthallus hält (ebenso wie etwa auftretende Rasen von Laub- oder Lebermoosen) das Wasser lange fest und gibt es erst ganz allmählich ab. Nach Regengüssen wird also die Rinde länger feucht gehalten, als wenn keine Flechten vorhanden wären; sie fault deshalb unter Umständen eher und ist den Angriffen von Insekten leichter zugänglich. Gleichzeitig bilden die Flechtenpolster einen vortrefflichen Schlupfwinkel für allerhand schädliche Insekten. Für die forstlich kultivierten Bäume ergibt sich ein wesentlich anderes Resultat. Wir finden nämlich das üppigste Flechtenwachstum bei denjenigen Bäumen, die in ungünstigen Verhältnissen stehen. Dahin gehören vor allen Dingen dumpfiger Standort, Lichtabsperrung, ungünstige Bodenverhältnisse, kurz alles, was dem Wachstum eines Baumes nicht förderlich ist, in erster Linie wohl aber Mangel an Luft und Licht. Unter besonders ungünstigen Verhältnissen werden die jungen Bäumchen von den Flechten erstickt, was dann den Anschein erweckt, als ob die Flechte allein an dem Absterben schuld wäre. Eine weitere Überlegung zeigt aber, daß dies nicht der Fall ist. Solange nämlich der Zweig normal wächst, finden sich die Enden stets flechtenfrei, da ja die Ansiedlung erst auf den älteren Teilen erfolgt. Wenn aber das Wachstum derartig verzögert wird, daß der jährliche Spitzenwuchs auf ein Minimum reduziert wird, so kann das Flechtenwachstum nicht bloß Schritt halten, sondern auch die Spitze überwuchern. In solchem Falle erstickt dann der Zweig.

---

[1]) Man vergleiche hierzu von Tubeuf, Intumescenzerscheinungen der Baumrinde unter Flechten in Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. IV, 1906, S. 60.

Von einer Vertilgung oder Bekämpfung der Flechten kann natürlich in der Forstwirtschaft keine Rede sein, wohl aber läßt sich durch möglichste Vermeidung der prädisponierenden Ursachen viel zur Verhütung größerer Schäden beitragen. Wenn es deshalb möglich ist, die Schonungen so anzulegen, daß der Wind und das Licht ungehindert herantreten können, so wird das Überhandnehmen der Flechten kaum zu fürchten sein.

Anders bei Obstbäumen, bei denen die Bekämpfung sich sehr gut durchführen läßt. Das einfachste Mittel dürfte das Abkratzen der Borkenschuppen mit den daranhängenden Flechten und darauffolgendes Bestreichen des Baumes mit Kalkmilch sein. Man erreicht damit nicht bloß, daß die Flechten, sondern daß auch das Ungeziefer vertilgt und abgehalten werden. Das Bespritzen mit Bordeauxbrühe[1]) hat ebenfalls recht gute Resultate gegeben, da die Flechten dadurch schnell absterben. Noch bessere Resultate hat Del Guercio[2]) mit Teeröl erzielt. Er spritzt mit einer etwa 5%igen Sodalösung, der 3—4% Teeröl zugesetzt werden. Nimmt man etwa 10% Teeröl, so lassen sich auch alle Schildläuse und andere Insekten vertilgen, nur muß dann das Bespritzen im Winter vorgenommen werden, da sonst die Knospen leiden.

In den Tropen siedeln sich auf den Blättern (auch von Nutzpflanzen) gern epiphylle Flechten an, die oft die ganze Oberfläche eines Blattes mit einem gelblichen, grauen oder grünlichen, abwischbaren Überzug bedecken. Die Konidien werden von den oben erwähnten Mycoidea- oder von Trentepohlia-Arten gebildet. Es ist wohl kaum anzunehmen, daß dadurch eine Schädigung entsteht; denn bisher ließ sich nicht nachweisen, daß diese Flechten ins Blatt eindringen. Es könnte sich also höchstens um eine gewisse Beeinträchtigung der Lichtwirkung handeln, die aber wohl deshalb nicht besonders ins Gewicht fällt, weil die Epiphyten sich stets nur an Orten einfinden, wo genügendes Licht vorhanden ist.

Es seien dann noch kurz einige Fälle erwähnt, wo bestimmte Flechten als Ursache von Krankheiten zu gelten haben. In Ecuador sucht eine Krankheit die Kakaobäume heim, die *Mancha* genannt und nach v. Lagerheim[3]) durch den Isidienzustand einer Flechte verursacht wird. Die Flechte bedeckt große Flächen der Stämme und überzieht natürlich auch die stammbürtigen Blütenknospen. Dadurch aber wird der Fruchtansatz empfindlich geschädigt. Als Vorbeugungsmittel kann nur empfohlen werden, die Pflanzungen möglichst weitläufig anzulegen, damit das Licht und der Wind eindringen können.

Als gelegentliche Bewohner von Rebenstümpfen, bisweilen auch unter der Rinde lebender Rebenstämme wurden *Pionnotes Biasolettiana* (Corda) Sacc. und *Cesatii* (Thüm.) Sacc. erkannt. Beide Organismen wurden bisher als Pilze betrachtet und zu den Tuberculariaceen gestellt, bis Briosi und Farneti[4]) nachwiesen, daß es sich bei ihnen um einen neuen Flechtentypus handelt, den sie *Chrysogluten* nennen.

---

[1]) Waite, M. B., Experiments with fungicides in the removal of lichens from pear trees in Journ. of Mycol. VIII, 1893, S. 264.

[2]) Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIII, 1903, S. 245.

[3]) Pflanzenpathologische Mitteilungen aus Ecuador in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten II, 1892, S. 195.

[4]) Intorno ad un nuovo tipo di licheni etc. in Atti Ist. Bot. Pavia VIII, 1904, p. 103.

Der Thallus ist gelatinös, orangefarben, bei *Chr. Cesatii* zinnoberrot. Auf der Oberfläche werden sichelförmige, farblose Konidien gebildet, wie sie bisher bei Flechten nicht bekannt waren. Daneben kommen Perithecien vor, in deren Schläuchen zweizellige, eiförmige Sporen gebildet werden. Die Flechte zeigt sich im Frühjahr an den Ausflußstellen des Saftes nach dem Beschneiden der Reben und trocknet später zu einer orangeroten, sich abblätternden Haut zusammen. Im Stamm treten Auftreibungen auf, die zwar im selben Jahre noch vertrocknen und herausfallen, aber den Stamm rissig und dürr und das Holz sehr zerbrechlich machen. Der Schaden besteht hauptsächlich darin, daß durch den Angriff der Flechte der Stock geschwächt wird. Als Mittel zur Fernhaltung wird das Bestreichen der Schnittflächen mit Teer empfohlen[1]. Man weiß noch nichts Näheres über diesen neuen Typus der Flechten, wozu ausführlichere Untersuchungen notwendig sein würden, als bisher gegeben worden sind.

---

[1] Vgl. Gabotto, L., Di un ifomicete parassita della vite in Nuov. Giorn. Bot. Ital. XIII, 1905, p. 488.

Vierter Abschnitt.

Phanerogame Parasiten.

Von E. Köhler.

Die vorhergehenden Kapitel haben sich ausschließlich mit den kryptogamischen Parasiten beschäftigt. Nicht nur an Zahl, sondern auch an wirtschaftlicher Bedeutung als Erreger von Pflanzenkrankheiten überragen sie die Parasiten aus der Phanerogamenreihe ganz bedeutend, und besonders stellt die Klasse der Pilze in allen ihren Abteilungen das größte Kontingent der hierhergehörigen Formen. Das ist auch ganz erklärlich, denn der Mangel an Chlorophyll, der die Pilze charakterisiert, zwingt sie zu saprophytischer oder parasitischer Ernährung; sie sind auf bereits vorgebildete organische Nährstoffe angewiesen. In den übrigen Klassen der Kryptogamen und unter den Phanerogamen sind die Formen mit parasitischer Lebensweise viel seltener; schon die Algen zeigen nur wenige Repräsentanten, bei den höheren Pflanzen beschränkt sich der Parasitismus auf wenige Familien oder Unterfamilien. Mit wenigen Ausnahmen beanspruchen sie als Schädlinge der Kulturpflanzen nur geringes Interesse, so daß nur für diese wenigen Formen eine eingehendere Darstellung notwendig erscheint. — Beiläufig sei bemerkt, daß sich unter den Phanerogamen nicht nur chlorophyllfreie Parasiten, sondern auch chlorophyllfreie Saprophyten hier und da finden. Letztere sind typische Humusbewohner, deren Wurzelsystem nur schwach entwickelt erscheint. Die bekanntesten Vertreter sind die Orchidee *Coralliorhiza innata*, die Pirolacee *Monotropa hypopitys*, ferner in den Tropen die Familien der Triuridaceen und Burmanniaceen sowie einige andere; fast allen ist der außerordentlich zarte und schmächtige Wuchs, die bleiche bräunliche oder gelblichweiße Färbung eigen.

Die parasitischen Samenpflanzen [1]) siedeln sich teils auf den Wurzeln, teils auf den oberirdischen Organen ihrer Wirtschaftspflanzen an. Sie sind mit besonders ausgebildeten Organen ausgerüstet, die sie befähigen, Nahrung aus dem befallenen Wirt zu ziehen. Man nennt diese Organe Haustorien. Nach Goebel (Organographie I, S. 433) sind sie durchweg als Neubildungen „Organe sui generis" aufzufassen, nicht etwa als umgebildete Wurzeln oder andere Organe, die nachträglich in den Dienst parasitischer Ernährung gestellt worden wären. Was die Anlage und Ausbildung der Haustorien betrifft, so sind bei den verschiedenen Parasiten-Gruppen beträchtliche Unterschiede festzustellen, wie im folgenden des näheren ausgeführt wird.

[1]) Über „Die Aufzucht und Kultur der parasitischen Samenpflanzen" vgl. Heinricher (Jena 1910).

Wir folgen in der Besprechung der parasitischen Arten dem System von ENGLER, unter hauptsächlicher Berücksichtigung der die parasitische Lebensweise ermöglichenden Anpassungen.

Santalaceae.

Nahe verwandt mit den Santalaceen ist eine kleine Familie der Myzodendraceen, die sich durch monothecische Antheren und die Früchte unterscheiden. Die Vertreter der einzigen Gattung *Myzodendron* besitzen den Habitus der Loranthus-Arten und kommen im antarktischen Südamerika vor, besonders auf den dort verbreiteten Buchen, *Nothofagus*.

Unter den Santalaceen interessiert uns hauptsächlich die Gattung *Thesium*, deren Arten auf den Wurzeln der krautigen Pflanzen schmarotzen. Der Stengel ist meist nicht verästelt, und die Blüten stehen in gestielten, traubig oder rispig angeordneten wenigblütigen Trugdolden. Die Blätter sind klein, abwechselnd und besitzen Chlorophyll. Da eine Kohlensäure-Assimilation stattfindet, so gehört *Thesium* wie alle *Santalaceen* zu den Halbschmarotzern oder Hemiparasiten. *Thesium* sitzt mit seinen Haustorien auf den Wurzeln der Nährpflanzen. Ihr anatomischer Bau, der außerordentlich charakteristisch ist, soll eine eingehendere Besprechung finden.

Wenn man ein *Thesium*-Pflänzchen ausgräbt, so findet man, daß an dessen Würzelchen die Haustorien in Gestalt von fleischigen, ei- oder glockenförmigen, oft gestielten Körperchen in Mehrzahl anhängen, welche auf den Wurzeln der Nährpflanzen fest aufsitzen. Wenn die Wurzeln der Nährpflanze nur dünn sind, so werden sie häufig von dem Saugkörper mantelartig umschlossen. Nach den Untersuchungen von SOLMS-LAUBACH[1]) besitzen die Haustorien folgenden anatomischen Bau. Durch die Verschiedenartigkeit des Gewebes läßt sich zunächst ein Rindenkörper (Fig. 46 *1 A* und *1 B*, *r*) von einem Kern (*k*) unterscheiden. Der Rindenkörper ist es, welcher den lappigen, die Nährwurzel *n* meist sattelförmig umfassenden Teil des Haustoriums bildet; er zerfällt selbst wieder in zwei Partien, von denen die eine aus kleinen, polyedrischen, wenig Stärke führenden Parenchymzellen gebildet ist, die andere, äußere dagegen aus größeren Parenchymzellen mit größeren Stärkekörnern besteht. Beide Rindenzonen sind voneinander erstens durch einen Streifen (Fig. 46 *1 B*, *s*) aus zerknitterten, zusammengefallenen Zellen, welche sich allmählich auflösen, und zweitens durch eine Partie luftführender, großer Parenchymzellen *i* in zwei scharf getrennte Teile geschieden, die nur unten an dem Teile des Rindenlappens, welcher der Nährwurzel anliegt, miteinander verbunden sind und allmählich ineinander übergehen. Der Kern des Haustoriums besteht aus drei verschiedenen Geweben. Das innerste ist das Kernparenchym (Fig. 46 *1 B*, *l*), welches aus kleinen, dicht aneinander liegenden, plasmareichen Zellen gebildet wird; an dieses zentrale Gewebe grenzt der Gefäßring *g*, der aus netzartig verdickten, hin und her gewundenen, kurzen Gefäßzellen besteht. Daran grenzt endlich nach außen eine Zone dünnwandigen, stärkelosen, an Cambium erinnernden Gewebes (*k*). Alle drei Gewebeschichten des Kerns sehen wir in einen etwas keilförmigen Fortsatz sich ver-

---

[1]) Über den Bau und die Entwicklung parasitischer Phanerogamen in Pringsheims Jahrb. VI, S. 539.

längern, der im Innern des Gewebes der Nährwurzel liegt und **Saugfortsatz** genannt wird. Bemerkenswert erscheint hierbei, daß die einzelnen Zellelemente des Saugfortsatzes mehr in die Länge gestreckt erscheinen, und daß die netzig verdickten Gefäßzellen an der Spitze büschelig auseinandergehen, um sich direkt mit den Gefäßen der Nährwurzel (*wp*) in Verbindung zu setzen. Umgeben wird der ganze Saugfortsatz von einer gelblichen, stark lichtbrechenden Schicht, welche ihn von dem umgebenden Gewebe der Nährpflanze abgrenzt. So sieht man hier also gleichsam eine Arbeitsteilung im Haustorium angedeutet, insofern als der Kern den eigentlich zerstörenden, Nahrung aufnehmenden Saugfortsatz bildet, der Rindenkörper dagegen das Haftorgan, die Anheftungsfalte, darstellt. Das im Vorhergehenden geschilderte Verhalten findet man vor an *Thesium*-Pflänzchen, die auf Dikotylenwurzeln schmarotzen. Beträchtliche Modifikationen erleidet der Bau der Haustorien, wenn diese sich an Monokotylenwurzeln anlegen. Der Rindenkörper des Heftorgans gliedert dann nacheinander mehrere, kappenartig übereinander greifende „Anheftungsfalten“ an seiner Peripherie ab (Fig. 46 *2 a*), die vielfach wie der Rindenkörper selbst mit ihren wulstigen, meist gelappten Rändern in die Rinde der Nährwurzel eindringen und sie zerstören (Fig. 46 *2*). Sie verdanken einem besonderen meristematischen Gewebe im Rindenparenchym ihren Ursprung (Fig. 46 *1 B a*, *2 a'*). Der in Monokotylenwurzeln eindringende Saugfortsatz zeigt ebenfalls charakteristische Abweichungen, was damit zusammenhängt, daß er genötigt ist, besonders widerstandsfähige Gewebepartien zu spalten, um an die Gefäße zu gelangen.

Thesium-Haustorien, die keine Nährwurzel erreichen, entwickeln sich zu kurzen, schließlich hackig gekrümmten Zweigchen. Kommt ein solches verlängertes Gebilde noch früh genug mit einer Nährwurzel in Berührung, so ist es befähigt, seine Spitze in ein Haustorium umzuwandeln. Man spricht dann von „gestielten Haustorien“.

In den Tropen ist die Gattung *Santalum* verbreitet, über deren Art *S. album* C. A. Barber[1]) eine ausführliche Arbeit veröffentlicht hat. Die Pflanze schmarotzt auf den Wurzeln von sehr vielen Nährpflanzen und bildet ähnlich ihre Haustorien aus wie unser einheimisches *Thesium*. Die sehr eingehenden anatomischen Untersuchungen Barbers über das Eindringen und das Wachstum der Haustorien zeigen, daß nur geringe Unterschiede gegenüber den von Solms gefundenen Resultaten vorhanden sind. Es dürfte deshalb ein näheres Eingehen darauf nicht notwendig sein.

Loranthaceae.

Der in unseren Breiten vorkommende Vertreter der Familie[2]) ist *Viscum album*; in Südeuropa tritt *Loranthus europaeus*, die Eichenmistel, hinzu. In den wärmeren Erdstrichen gibt es sehr viele Loranthaceen, die den Gattungen *Loranthus*, *Phoradendrum*, *Dendrophthora* und anderen angehören. Alle diese Parasiten haben das gemeinsam, daß sie holzige Gewächse bewohnen, auf deren Ästen sie als buschige, kleinere oder größere Sträucher aufsitzen. Die Verzweigung der Äste ist gabelig, wodurch die ganze Pflanze ein steifes und starres Aussehen erhält. Die

[1]) Studies in root-parasitism in Mem. of the Dep. of Agric. in India I n. 1, 1906 und n. 1 Pt. II, 1907.

[2]) A. Engler, Loranthaceae. In Engler u. Prantl, Die natürl. Pflanzenfamilien III, 1, 1894, S. 156.

Äste sind sehr zerbrechlich, namentlich im trocknen Zustande, und die meist schmalen, länglichen Blätter sind dick lederig und zeigen äußerlich keine Blattnerven. Als Beispiel sei die bei uns häufig vorkommende Mistel (*Viscum album*) geschildert.

Die Mistel zeigt sich in ganz Deutschland in der Ebene und auf dem niederen Gebirge auf sehr vielen verschiedenen Baumarten, und es ist nicht unmöglich, daß MEYEN mit seiner Behauptung recht hat, daß sie auf allen sich ansiedeln kann; nur auf Eichen kommt sie recht selten vor. Die Bestäubungsverhältnisse der diöcischen Pflanze sind noch nicht vollkommen aufgeklärt. Die lange Zeit herrschende Lehre von der Entomophilie der Mistel hat nach den neuesten Untersuchungen von HEINRICHER (Biolog. Zentralbl. XL, 1920, S. 514) eine starke Einschränkung erfahren. Der Autor hat nämlich nachgewiesen, daß die Blüten auch ohne Insektenbesuch Früchte entwickeln können, und er glaubt, daß der Windbestäubung sogar eine höhere Bedeutung zukomme als der Insektenbestäubung — falls nicht überhaupt Parthenogenese in Frage komme. Je nach der Nährpflanze zeigt der Schmarotzer einen verschiedenen Habitus, so z. B. erscheint er schwächlich und schmalblätterig auf der Kiefer, dagegen üppig und großblätterig auf der Schwarzpappel. Dementsprechend pflegen die auf Nadelhölzern wachsenden Pflanzen Samen mit einem, die auf anderen Bäumen vorkommenden Samen mit mehreren Keimlingen zu enthalten. Auf Grund dieser Unterschiede glaubten schon ältere Autoren, daß die Nadelholzmistel eine besondere Art darstelle. Man könnte auch an die Möglichkeit denken, daß die Misteln in spezialisierte Rassen zerfallen, die bestimmten Nährpflanzen angepaßt sind, etwa ähnlich wie bei den Uredineen. L. HECKE[1]), der diesen Gedanken bei seinen Untersuchungen verfolgte, hat vorläufig festgestellt, daß die Mistel vom Apfelbaum auf der Tanne nicht angeht, während sie z. B. auf die Pappel sich leicht übertragen läßt.

Viel ausgedehntere Versuche, um die Frage der Artbegrenzung der auf den verschiedenen Bäumen sich findenden Misteln zu lösen, hat C. v. TUBEUF[2]) unternommen. Er hat nicht bloß Übertragungsversuche der verschiedenen Mistelrassen von Laub- auf Nadelhölzer und umgekehrt sowie von Laubhölzern auf andere gemacht, sondern auch zahlreiche Beobachtungen in besonders mistelreichen Parken und Waldgegenden angestellt, die ihn zu folgender Ansicht geführt haben. Er unterscheidet drei verschiedene biologische Rassen: die Laubholzmisteln, die Tannenmisteln und die Föhrenmisteln, die „nach allen bisherigen Beobachtungen in der Natur ihre Wirte einhalten, aber unter besonderen Umständen auf neue, sehr disponierte Holzarten dennoch übertragen werden können". Die morphologischen Unterschiede dieser drei Rassen sind nur gering. So haben die Laubholz- und Tannenmisteln relativ größere und breitere Blätter als die Föhrenmistel, auch in den Beeren und Samen finden sich geringe, aber anscheinend konstante Merkmale. HEINRICHER[3]) spricht hinsichtlich der

---

[1]) Kulturversuche mit *Viscum album* in Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft V, 1907, S. 210.

[2]) Vgl. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. IV, 1906, S. 351 und V, 1907, S. 321 ff. Hier findet sich auch die Literatur über die Systematik der Mistel in ausführlicher Weise besprochen. Ferner Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XXVII, 1917, S. 241.

[3]) Centralbl. f. Bakt. (II) XXXI, 1911, S. 254.

Laubholzmisteln die Meinung aus, daß sie wahrscheinlich in eine größere Zahl von lokalisierten Gewohnheitsrassen zerfallen, die sich nur schwer oder gar nicht ineinander überführen lassen. Demgegenüber neigt v. TUBEUF mehr der Ansicht zu, daß man die Laubholzmistel nicht in weitere Rassen aufspalten könne. Neuerdings hat HEINRICHER (Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXXVII, 1919, S. 392; Flora, N.F., CXIII, 1920, S. 155) versucht, durch Kreuzung von Laubholz- und Nadelholzmisteln Samen zu erhalten. Dies gelang auch. Doch stellte sich heraus, daß aus keinem dieser Samen eine Mistelpflanze erwuchs, wenn auch einige keimten. Dieses Ergebnis spricht deutlich für die Bastardnatur der Samen.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß bei starker Besiedlung die Mistel selbst kräftige Bäume abzutöten vermag. So beobachtete LINDAU bei Dessau, daß etwa 80 jährige Silberpappeln mit riesigen, ausladenden Ästen so stark mit Mistelbüschen besetzt waren, daß an manchen Ästen die Pappelblätter nicht zu sehen waren. Mit jedem Jahre nahm die Schmarotzervegetation zu, und allmählich starb Ast nach Ast ab, bis die Bäume so viel trockenes Holz hatten, daß sie gefällt werden mußten.

Wenn man die Rinde der Nährpflanze abschält, um zu sehen, mit welchen Organen die Mistelpflanze festsitzt, so sieht man am Cambiumringe des Baumes grüngefärbte Stränge, die sogenannten „Rindensaugstränge“ der Mistel (Fig. 47 *1*), welche der Längsrichtung des Nährastes im allgemeinen parallel gehen. An einzelnen Stellen solcher älteren Saugstränge haben sich Adventivknospen gebildet, welche zu jungen, grünen Büschen sich ausbilden (Fig. 47 *1 a* und *b*).

An der Unterfläche der Rindensaugstränge sieht man keilförmige, nach dem Zentrum des Nährzweiges gerichtete Organe die, den Haustorien der anderen Schmarotzer entsprechend, hier Senker (Fig. 47 *1*) genannt werden; ihre Spitze sitzt im Holz des Nährzweiges, ihre breitere Basis im Cambium desselben. Die je nach ihrem Alter verschieden dicken Senker sind innerhalb des Holzes der Nährpflanze parenchymatisch bis auf die in den jüngsten Jahresringen liegenden Teile, in denen netzartig verdickte Gefäßzellen auftreten, welche vom Zentrum nach der Peripherie des Senkers bogig verlaufende Stränge bilden. Diese Gefäßstränge legen sich an die Gefäße des Nährzweiges oder bei Nadelhölzern an deren Holzzellen an. Wenn man auf den ersten Blick die älteren Senker in den Holzkörper eingekeilt sieht, so könnte man glauben, daß dieselben die Holzmasse gespalten haben. In Wirklichkeit kann dies der weiche Senker, der im ersten Jahre nicht einmal Gefäße bildet, nicht ausführen; er gelangt vielmehr passiv in den Holzkörper. Die Basis des Senkers besteht aus jugendlichen, zu Neubildungen fähigen Zellen. Durch Vermehrung derselben streckt sich diese Basis in dem Maße, als der Cambiumring des Nährzweiges nach außen rückt, so daß die in Vermehrung begriffenen Zellen von Nährpflanze und Senker stets in einer Ebene bleiben. Die aus dem Cambium des vorigen Jahres hervorgegangene Holzschicht des Nährzweiges legt sich auf diese Weise um den gedehnten Senker herum; der Vorgang wiederholt sich mehrere Jahre hindurch, so daß dadurch endlich der ältere Senker von Holzlagen eingeschlossen erscheint. Man sieht hieraus, daß die Spitze des Senkers am Anfange des vorhandenen Holzes fest stehen bleibt und sich nicht eingräbt, sondern das neue

Holz sich alljährlich gleichsam an dem sich rückwärts verlängernden Senker hinaufschiebt.

Mit der Zeit hört ein Senker zu wachsen auf, d. h. seine Meristemzone an der Basis geht in Dauergewebe über; es kann sich somit der Senker nicht mehr wesentlich verlängern und infolgedessen auch der Nährzweig keine neuen Holzschichten um ihn herum ablagern. Letzterer stirbt an dieser Stelle ab, wodurch nun auch der Tod des Senkers herbeigeführt wird. So entstehen die trockenen Gewebestellen „Krebsstellen“ am Aste, deren Zahl mit dem Aufhören des Wachstums der nächst jüngeren Senker stetig wächst, und welche vom lebenskräftigen, benachbarten Gewebe des Nährastes mit Überwallungsrändern umgeben werden.

Die Fortpflanzung der Mistel von einem Baum auf den anderen geschieht ausschließlich durch Samen. Der Same entwickelt sich im Herbste aus der im Frühjahr auftretenden Blüte. Nach PITRA [1]) zeichnen sich diejenigen von ihnen, welche zwei Keimlinge bergen, durch ihre flache, herzförmige Gestalt aus, während die nur einen Keim einschließenden Samen länglich bis ellipsoidisch sind. Der Keimling wird vom Sameneiweiß bedeckt mit Ausnahme des Hypocotyls, welches bis auf die Oberfläche des Samens ragt und, nur durch ein feines, weißes Häutchen geschützt, direkt unter der klebrigen Masse der Beere liegt. Das Sameneiweiß enthält in seinen ziemlich großen Zellen, deren Wandungen gegen den Keimling hin sehr dünn sind, Stärkemehl und Chlorophyll. Der Keimling besitzt zwei Cotyledonen und ein ziemlich langes Stengelchen, dessen Achse durch ein in die Cotyledonen sich fortsetzendes Gefäßbündel gebildet wird. Das Einsaugen der im Sameneiweiß gespeicherten Reservenahrung findet durch die Oberfläche der Samenlappen selbst statt. Die Parenchymzellen derselben sind denen des Eiweißkörpers sehr ähnlich und bilden keine Epidermis; dagegen ist das dunklergrüne Stengelchen durch dickwandige Epidermiszellen von der Umgebung abgegrenzt.

Der vermittels der Viscinmasse am Ast des Wirts haftende Same der Mistel bedarf zur Keimung, die bei uns gewöhnlich im Mai erfolgt, des Lichts. Übrigens ist es für die Keimung vollkommen gleichgültig, auf welchem Substrat sich der Samen befindet. Zuerst erscheint das negativ heliotropische Stämmchen (Hypokotyl), es wendet sich mit der Spitze dem Substrate zu und plattet sich, wenn es dieses erreicht hat, ab. Diese Abplattung vergrößert sich und wird zur Haftscheibe, während sich gleichzeitig die Epidermiszellen an der Anheftungsstelle beträchtlich verlängern und in die erweichte Rinde des Nährastes eindringen. Alsdann tritt aus der Haftscheibe das primäre Haustorium, „Senker“ genannt, hervor, dringt in die Rinde des Nährastes ein und macht halt, sobald es auf das Holz stößt. Erst im zweiten Jahr entwickeln sich, nachdem die Samenschale vom Scheitel abgestreift ist, die ersten Laubblätter. An der morphologischen Basis des primären Senkers sprießen die mehr oder weniger zahlreichen, grün gefärbten Rindenstränge, früher Rindenwurzeln genannt, hervor. Sie verlaufen stets in der Rinde des Nährastes, ihre schleimige Spitze weist

---

[1]) Über die Anheftungsweise einiger phanerogamen Parasiten an ihre Nährpflanze in Bot. Zeit. 1861, S. 53. Die hier zugrunde gelegten Untersuchungen wurden von PITRA an der Linde unternommen. Neuere Untersuchungen darüber rühren von WIESNER (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien CIII, 1894), v. TUBEUF (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. V, S. 342) und HEINRICHER (l. c. S. 357) her.

haarartig verlängerte, aufgebauchte Endzellen auf, die wie die Haare eines Pinsels auseinanderstreben und das Phloem aussaugen. Durch Adventisknospenbildung auf der Oberseite dieser Saugstränge entstehen in Abständen von mehreren Zentimetern neue Systeme von Strängen. Die Stränge bilden ihre Senker in ununterbrochener Reihe auf der Strangunterseite aus, die dann mit den Gefäßen des Nährholzes in Verbindung treten.

Die Verbreitung der Mistel und ebenso von *Loranthus* findet wohl am häufigsten durch die Misteldrossel (*Turdus viscivorus*) statt, welche nach dem Fressen die am Schnabel noch klebenden Beeren an den Ästen abstreicht. Man hat auch künstlich mit Erfolg versucht, Misteln auf junge Bäume zu übertragen. Namentlich geschieht dies in England, wo die Mistel als Weihnachtspflanze allgemeine Verwendung findet. Zur Ansaat werden die Samen im April und Mai auf junge Apfel- oder Kirschbäumchen ausgesät und im ersten Jahre etwas geschützt, damit der keimende Same nicht abgestoßen wird.

Aus der Entwicklungsgeschichte der Mistelpflanze ergibt sich, daß das einzige Mittel zur Vertilgung das frühzeitige Ausbrechen der Pflanzen ist. Bei älteren Büschen wird mit dem Ausbrechen allein nicht geholfen sein, sondern es muß auch im weiteren Umkreise die Rinde bis auf das Holz ausgeschnitten werden, damit die Bildung von Adventivknospen aus den Rindenwurzeln verhindert wird. Bei dem Ausbrechen muß insofern Vorsicht angewendet werden, als der Ast der Nährpflanze an der Ansatzstelle des Schmarotzers sehr brüchig ist und deshalb bei unvorsichtigem Hantieren leicht abbricht.

Nach R. Hartigs[1]) Untersuchungen sollen die Senker der Mistelpflanzen durch die cambiale Produktion allmählich mit den neu entstehenden Rindenelementen nach außen gedrängt und allmählich mit der Borke zum Absterben gebracht werden. In diesem Verhalten sah er einen Unterschied gegenüber dem sofort zu besprechenden *Loranthus*. Wie nun Männel[2]) gezeigt hat, findet ein solches Absterben nicht statt, der Senker wächst vielmehr mit einem nahe der Basis gelegenen Meristem in die Dicke. Die Senker sterben erst dann ab, wenn dieses Meristem erschöpft ist, werden infolgedessen nicht mit der toten Borke abgestoßen; im Gegenteil können zwischen zwei Senkern die toten Borkenschuppen ausfallen, so daß die Rindenwurzel der Mistel dann hohl liegt und von Senker zu Senker eine Luftbrücke bildet.

Während bei *Viscum* die Rindensaugstränge in der Rinde (wenigstens anfangs) verlaufen, entwickeln sich bei *Loranthus europaeus* aus der Hauptwurzel mehrere seitliche Strängen, welche im Cambium oder im jüngsten Holzgewebe verlaufen. Die senker- und haubenlose, keilförmige Strangspitze von *Loranthus*, die nicht wie bei *Viscum* mit einer, die Auflösung des Nährgewebes wahrscheinlich veranlassenden Gallerthülle versehen ist, bahnt sich ihren Weg durch Auseinanderdrängen der jungen Splintzellen. Werden dieselben in der von dem Strang bisher befolgten Ebene zu hart und ihr Zusammenhang zu fest, so daß sie nicht mehr gesprengt werden können, dann weicht letzterer; eine neue, etwas oberhalb der alten sich erhebende Spitze kehrt in

---

[1]) Zur Kenntnis von *Loranthus europaeus* und *Viscum album* in Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen 1876.

[2]) Über die Anheftungsweise der Mistel an ihre Nährpflanze in Forstl.-naturw. Zeitschr. 1897, S. 60.

einem Winkel in die Höhe nach den peripherischer gelegenen, jüngeren Splintschichten und wächst nun in denselben wiederum der Länge nach fort, bis auch hier der Splint zu alt und fest wird und der Strang mit seiner bisherigen Spitze stecken bleibt. Dann bildet sich wieder auf der Oberseite der alten Spitze in der Region des ganz jungen Splintes eine neu fortwachsende Spitze. Diese Biegungsstellen der Saugstränge erscheinen dann als treppenförmige Absätze im Holze des Nährzweiges.

Die älteren Stränge des *Loranthus* werden vom Eichenholz allmählich überwallt; jedoch ist dieser Einschluß durch die Überwallungsränder niemals ein vollständiger, da von den Strangteilen einzelne Arme nach außen an die Rindenoberfläche des Nährzweiges wachsen und dort Adventivaugen entwickeln. Derartig entstandene Brut erhält den Parasiten, wenn der ursprüngliche Stock zugrunde geht. Durch den Überwallungsprozeß entstehen maserartige Wucherungen, Holzrosen; HARTIG beobachtete Maserknollen von der Größe eines Menschenkopfes, aus welchem die Strangausschläge allseitig wie ebensoviel selbständige Pflanzen hervorbrachen.

Daß oberhalb der Ansatzstellen des Schmarotzers das Zweigwachstum nachläßt oder schließlich ganz aufhört, wird nicht überraschen. Oft leidet bei den von *Loranthus* befallenen Eichen (*Quercus robur*, *pedunculata* und *cerris*) der Gipfeltrieb und damit das Höhenwachstum des Baumes. Außer den Eichen erscheint nur noch *Castanea vesca* befallen.

Auch mit *Loranthus* hat man künstliche Impfungsversuche auf *Quercus* gemacht, aber sie gelingen im Gegensatz zur Mistel nur selten. Bessere Resultate hat v. TUBEUF erzielt, der *Loranthus* auf zehn verschiedenen Eichenarten zum Anwachsen brachte und auch auf *Castanea*.

Als Merkwürdigkeit sei noch angeführt, daß *Viscum* und *Loranthus* auch aufeinander schmarotzen können. So kommt nicht selten *Viscum* auf *Loranthus* vor, ja es siedeln sich sogar junge Sämlinge davon auf älteren Mistelbüschen an[1]).

Zu erwähnen wären noch die Hexenbesenbildungen, die nach VON SCHRENK[2]) durch *Arceuthobium pusillum* im östlichen Nordamerika auf *Picea mariana* und *canadensis* erzeugt werden. Schwache, beschattete Zweige werden durch den Schmarotzer zu außergewöhnlichem Längenwachstum veranlaßt, während auf starken Ästen, dicht an der Ansatzstelle des Schmarotzers, große, senkrecht aufragende Hexenbesen gebildet werden, jenseits deren die Zweige verkümmern und absterben. Dabei sind die Nadeln an den verlängerten Zweigen sowie an den Hexenbesen kürzer und häufig ganz gelb. Die Stämme werden von den Hexenbesen gleichsam ausgesaugt und gehen bald ein.

Nach allem, was uns der Bau dieser Parasiten lehrt, sollte man annehmen, daß sie für die Unterlage nur von Schaden sind und keinerlei Nutzen stiften. Das soll aber nach G. BONNIERS[3]) Untersuchungen nicht ganz zutreffen. Während nämlich der Apfelbaum die Mistel im Sommer ernährt, soll die Mistel umgekehrt im Winter dem Baume von ihren Assimilationsprodukten abgeben. Im Sommer assimiliert ein Mistelblatt

---

[1]) Rhodora II, 1900.

[2]) v. TUBEUF, Das Parasitieren der Loranthaceen auf der eigenen Art oder anderen Loranthaceen.

[3]) Compt. rend. CXIII, 1891, S. 1074.

dreimal weniger Kohlensäure als die gleiche Fläche eines Apfelbaumblattes, bildet also im Vergleich zur Nährpflanze nur wenig Stärke. Dagegen ist das Verhältnis im Winter ein ganz anderes, da die Chlorophyllschicht der jungen Apfelbaumzweige eine kaum merkbare Kohlensäureassimilation zeigt. Bei der zweifellos vorhandenen beträchtlichen Schädigung, die die Wirtspflanze durch die Ansiedlung der Mistel erleidet, würde ein solcher offenbar wenig fördernder Einfluß nicht ins Gewicht fallen.

Vielfach beschränken sich die Loranthaceen auf bestimmte Bäume, namentlich die tropischen Vertreter der Familie, nur selten lassen sich verläßliche Gründe angeben, warum ein solcher Schmarotzer gewisse Bäume bevorzugt. Zu dieser Frage über die Ursachen der Immunität mancher Bäume gegen die Loranthaceen liefert SCOTT[1]) interessante Beiträge in seinen Studien über die in Kalkutta als lästige Unkräuter gefundenen *Loranthus longiflorus* und *Elythranthe globosus*. Oft gemieden werden z. B. solche Bäume, deren Rinde dem Eindringen der Keimlinge größeren Widerstand entgegensetzt, wie die papierähnlichen Borkenlagen von *Melaleuca* und *Metrosideros*, oder wo die Rinde wiederholt abgestoßen wird, wie bei den Sterculien und Dillenien. Selten finden sich ferner die Loranthuspflanzen auf Bäumen mit dichter, stark schattender, immergrüner Laubkrone, wie sie viele Spezies von *Magnolia*, *Garcinia*, *Diospyros* und *Artocarpus* besitzen. Ebenfalls selten erscheinen die Schmarotzer auf Bäumen, welche in der Regenzeit dicht belaubt, in der Trockenperiode aber laublos dastehen, wie *Dillenia*, *Sterculia*, *Spondias*, *Erythrina* und *Terminalia*. Wenn der sonst immergrüne *Lor. longiflorus* ausnahmsweise auf solchen Bäumen vorkommt, pflegt er gleichfalls seine Blätter mit denen der Nährpflanze fallen zu lassen. Wenn die Parasiten sich auf starkschattigen, immergrünen Bäumen (*Mangifera*, *Jambosa*, *Mimusops*, *Tectona*) ansiedeln, werden sie durch den Laubschatten auf die äußersten Zweigenden getrieben, wo sie sich an die Stelle der absterbenden Zweigspitzen setzen und dicke Knollen bilden. Zu den Nährpflanzen des *Loranthus* gehören *Citrus decumana*, *Banisteria laurifolia*, *Zyziphus jujuba*, *Mangifera indica*, *Pirus sinensis*, *Ulmus virgata*, *Ficus nitida*, *religiosa* u. a.; *Elytranthe globosus* kommt zum Teil auf denselben Bäumen vor, außerdem auch auf *Acer oblongum*, *Eucalyptus diversifolia*, *Achras sapota*, *Chrysophyllum monopyrenum*, *Nerium odorum*, *Camphora officinarum*, *Morus indica*, *Salix tetrasperma* u. a. Wenn der relativ seltene Fall einer Ansiedlung dieses Schmarotzers auf *Citrus* eintritt, zeigt sich eine beträchtliche Schädigung der Nährpflanze. Die Früchte werden klein, trocken und geschmacklos, und es kann selbst der ganze Baum absterben.

Balanophoraceae, Rafflesiaceae usw.

In Kürze seien noch einige hauptsächlich tropische Familien erwähnt, deren Vertreter Schmarotzer auf höheren Pflanzen sind. Für die Balanophoraceen ist die Bildung von Knollen charakteristisch, mit denen sie der Wirtspflanze aufsitzen. Die Gefäßbündel der Knolle finden mit denen der Nährwurzel reichliche Verbindung, ähnlich wie wir es später bei den Orobanchaceen finden werden. Bei *Rhopalocnemis*

[1]) Untersuchungen über einige indische Loranthus-Arten und über den Parasitismus von *Santalum album* von JOHN SCOTT, übersetzt von SOLMS-LAUBACH.



Fig. 46. *1* und *2 Thesium*, Anheftung auf der Nährpflanze. *3 Cuscuta trifolii* auf Klee, *4* Anheftung an die Nährpflanze. Nähere Erklärungen im Text. (Nach Sorauer.)

ist der Thallus ein oft kinderkopfgroßes, knollenartiges, runzlig-grubiges Gebilde. Die in der Parenchymmasse verlaufenden, teilweise sehr kurzen Gefäße erscheinen innig zwischen die der Nährpflanzen eingelagert.

Bei den Rafflesiaceen reduziert sich der gesamte vegetative Teil der Pflanze auf thallusartige Stränge oder Massen, die im Gewebe der Nährpflanze wuchern. Die Thallusstränge, die sich bei *Rafflesia*, *Brugmansia*, *Pilostyles* finden, durchziehen die Rinde der Nährpflanze und senden senkrechte Zweige durch das Cambium ins Holz, von dem sie beim Dickenwachstum umschlossen werden. Bei *Pilostyles Häussknechtii*, der auf syrischen Astragalus-Arten lebt, ziehen die Thallusfäden im Parenchym der Rinde und des Markes bis zur Vegetationsspitze, wo sie dann in die sich bildenden Blätter Sprosse entsenden. Wenn dann die Nährpflanzen älter werden, gehen die Thallusstränge zugrunde, und nur an der Blattbasis bleiben isolierte Reste erhalten, die darauf zur Bildung von Blütensprossen schreiten. Die Stränge bestehen aus gleichmäßigen Zellen und lassen keinerlei Andeutung von Gefäßen erkennen. Einen mehr differenzierten Bau zeigt *Cytinus hypocistis*. Der Thallus bildet einen ziemlich dicken Hohlzylinder mit buchtigem Rande, der zwischen Holz und Cambium in *Cissus*-Wurzeln wächst. Das Cambium bildet noch einzelne Holzpartien, die auf dem Thallus in ganz unregelmäßiger Weise abgelagert werden. In der Nähe des Cambiums der Nährwurzel läßt sich eine horizontale Meristemschicht nachweisen, an die sich zahlreiche, unregelmäßige und dünne Gefäßbündelstränge anschließen.

Die Blütensprosse, die allein entwickelt werden, nehmen ihren Ausgang vom Innern des Thallus und müssen nicht nur diesen, sondern auch die Gewebe der Nährpflanze durchbrechen, damit sie an deren Oberfläche die Blüte bilden können.

Die kleine Familie der Hydnoraceen mit den Gattungen *Hydnora* und *Prosopanche* lebt in Südafrika und Argentinien. Die Parasiten sitzen mit einem Haustorium auf den Wurzeln der Nährpflanze fest und bilden einen knolligen Stock, von dem kantige, völlig blattlose, verzweigte Rhizomsprosse ausgehen. Im Innern der Rhizome finden sich collaterale Gefäßbündel, deren Zahl und Lagerung bei den verschiedenen Arten verschieden ist. Zwischen den Bündeln liegen bei *Prosopanche* Stränge von schleimhaltigen Zellen, die Schimper Gelatinebehälter nennt.

Unter den Moraceen finden sich Ficus-Arten, welche als Baumwürger bekannt sind, bei den Lauraceen wäre *Cassytha americana* zu erwähnen, ein schlingender Parasit mit schuppenförmigen Blättern, der seine Haustorien in die Nährpflanze einsenkt.

Cuscutaceae.

Wir kommen nun zu den wirtschaftlich weitaus wichtigsten phanerogamen Parasiten, den Seidearten oder Cuscuta-Arten, die häufig als Unterfamilie der Convolvulaceen, bisweilen aber auch als eigene Familie betrachtet werden[1]). Die Gattung *Cuscuta* umfaßt eine große Zahl von Arten, die hauptsächlich in den wärmeren Ländern sich finden; in Europa kommen neun, in Deutschland fünf Arten vor, die

[1]) Koch, Untersuchungen über die Entwicklung der Cuscuteen, Bonn 1874. Ferner Peter in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien IV, 3 a, S. 37.

alle eine ausgedehnte Verbreitung haben. Die wichtigsten einheimischen und eingeschleppten Arten sind *C. epithymum* Murr. mit der Varietät *trifolii* Bab., der Kleeseide und *C. epilinum* Weihe, die Flachsseide; weniger schädlich sind *C. europaea* L. (Tabak, Hopfen, Hanf), *C. Gronovii* Willd., *C. lupuliformis* Krock. (= *C. monogyna* Vahl) (gelegentlich auf Lupinen), *C. chilensis* (gelegentlich auf Luzerne), *C. racemosa* (auf Klee).

Über Bau und Entwicklung seien nach KOCH[1]) und HEINRICHER die nachstehenden Ausführungen gegeben. Da sich bei den Seidearten nur Spuren von Chlorophyll nachweisen lassen, kann man sie unbedenklich als Ganzparasiten auffassen. Ihre Blättchen sind zu kleinen Schuppen rückgebildet, ihr fadenartig ausgebildeter Sproß ist zu reicher Verzweigung befähigt. Die Haustorien entstehen infolge eines Kontaktreizes reihenweise an derjenigen Seite des Stengels, die gegen die Nährpflanze sich anlegt. Dem bloßen Auge erscheint der Saugapparat als eine kleine Erhabenheit der Rinde, und in der Tat nimmt auch die Rinde den wesentlichsten Anteil. Ihre Epidermiszellen sind im Haustorialbezirk haarartig verlängert (Fig. 46, *4 e*) und haften fest an der Rinde des Nährstengels. Nur die peripher gelegenen verlängerten Epidermiszellen erreichen den Nährstengel nicht mehr und bilden kurze, in die Luft hinausragende, bisweilen keulenförmige Organe. Häufig kommt es vor, daß mehrere Haustorien miteinander verschmelzen, und dann läßt erst der Querschnitt nach der Anzahl der Haustorialkerne (Fig. 46, *4 hk*) die Anzahl der verschmolzenen Organe erkennen. Das eigentliche Haustorium entsteht in der Rinde, endogen, und bildet samt dem Saugfortsatze (*s*) einen einzigen, zusammenhängenden, etwa keilförmigen Körper, der von dem umgebenden Rindenparenchym durch eine Schicht zerknitterter, in Auflösung begriffener Zellen (*k*) getrennt ist, dafür aber durch einen zentralen Strang schraubig verdickter Gefäßzellen (*g*) mit dem Gefäßbündelzylinder (*c*) des Cuscuta-Stengels in Verbindung steht.

Wenn sich die Haustoriumanlage der Kleeseide anschickt, in die Nährpflanze einzudringen, durchbricht sie zunächst die papillös ausgewachsenen Zellen der Oberhaut des Cuscuta-Stengels und bohrt sich, indem sie sich zum Saugfortsatz verlängert, durch die Epidermis und die Rinde der Kleepflanze, um sich endlich mit einem pinselartig verbreiterten Ende (*p*) an den Holzkörper des Nährstengels anzulegen. Erreicht der Gefäßstrang des Haustoriums selbst den Holzkörper der Nährpflanze, dann verändern sich einzelne Gefäßzellen auf eine sehr charakteristische Weise, indem ihre Verdickungsschichten verschwinden, ihr vorderer Teil sich mannigfach ausbaucht und bisweilen büschelartige Verzweigungen bildet. Jede Ausstülpung einer so veränderten Gefäßzelle sucht nun mit den Gefäßen der Nährpflanze in Verbindung zu treten. Auf dem Klee findet man nicht selten Haustorien, die den dünnen Holzring des Stengels gänzlich durchbrechen und mit ihren haarförmig verlängerten Endzellen in das Markgewebe hineinwachsen (Fig. 46, *4 eg*).

In betreff der Entwicklung wenden wir uns zunächst zur Keimung und Ansaugung des Parasiten.

Cuscuta epilinum, bei 10—15° C ausgesät, keimt nach vorhergehender bedeutender Vergrößerung des Samens nach etwa 5—8 Tagen, indem das keulenförmig angeschwollene Wurzelende aus der Samenschale hervorbricht und Wasser aufnimmt zur Lösung des ziemlich reich ent-

---

[1]) Die Klee- und Flachsseide. Untersuchung über deren Entwicklung, Verbreitung und Vertilgung. Heidelberg 1880.

wickelten Sameneiweißkörpers, der von dem noch zum größten Teile von der Testa eingeschlossenen, spiralig zusammengerollten Embryo ausgesogen wird. Erst wenn das Endosperm von dem allmählich sich aufrichtenden Stengel ausgesogen ist, wirft die Stammspitze die emporgehobene Testa ab. Der fadenförmige, gelblich erscheinende Stammteil zeigt bei manchen Arten an seinem nackten Scheitel zwei Höcker als Anlage der ersten schuppenförmigen Blättchen. Das abwechselnd gesteigerte Wachstum der verschiedenen Seiten des Stengelchens bewirkt die charakteristische Nutationsbewegung, welche bei den Schlingpflanzen das Umlegen um eine Stütze ermöglicht, und ist schon an der Stammspitze des Keimlings wahrzunehmen. Meist schon zwei Tage nach der Keimung stirbt die hinfällige, haubenlose Keimwurzel ab (Fig. 47, *2*). Hat der Parasit bis dahin noch keine Nährpflanze gefunden, so ist er trotzdem befähigt, auf Kosten seines basalen absterbenden Stengelteiles einige Zeit weiter zu wachsen und Nutationsbewegungen auszuführen. Wenn der Keimling endlich eine Nährpflanze erreicht hat, umschlingt er dieselbe gewöhnlich in einer der Nutationsbewegung entsprechenden Richtung (Fig. 47, *2*), indem von rechts nach links aufsteigende, also umgekehrt wie der Uhrzeiger laufende Spiralen um den Nährstengel gelegt werden. Selten tritt ein Umwinden in entgegengesetzter Richtung ein.

Die gewöhnlich anfangs mit drei bis fünf engen Windungen die Nährpflanze umfassende junge *Cuscuta* bildet an der Kontaktstelle Haustorien auf Kosten des bis zur Berührungsstelle absterbenden, hinteren Stammteils; während der Bildung der Saugorgane ist selbst das Spitzenwachstum des Stengels sistiert. Bekanntlich folgen auf die engen Windungen mit Haustorien weitere Schlingen ohne Saugorgane, wodurch ein schnelleres Emporklettern des Schmarotzers ermöglicht wird. Enge mit weiten Windungen wechseln fortwährend ab, was einer assimilierenden Schlingpflanze sonst nicht eigen ist. Diese legt ihre ersten Spiralen lose um die Stütze, welche erst dadurch später enger umwunden wird, daß die Spiralen steiler werden. Mit der zunehmenden Menge der Haustorien wird die Entwicklung sehr beschleunigt und eine reiche Verzweigung aus den Winkeln der schuppenförmigen Blättchen eingeleitet.

Die nutierenden Spitzen der Zweige umschlingen nun leicht benachbarte Pflanzen, von deren Entwicklung auch die Üppigkeit des Schmarotzers abhängt (Fig. 47, *3*). Wenn nämlich, wie bei Klee und Luzerne, die Nährpflanzen sich bestocken und so dicht über dem Boden der *Cuscuta* junge Teile darbieten, geht deren Wachstum rapide vorwärts; wenn dagegen, wie bei Lein, die Stengel an der Basis schnell verholzen, ohne sich zu verästeln, ist das Eindringen dem Schmarotzer sehr erschwert. Er geht aber selbst unter erschwerten Umständen selten zugrunde, da er neben der Hauptnährpflanze in der Regel weniger zusagende andere Unterlagen als Unkräuter zwischen den Kulturpflanzen findet (Gräser, Nesseln, Schachtelhalm u. dgl.). Die Seide wächst auf solchen mageren Unterlagen weniger üppig, beginnt dagegen früh mit der Blüten- und Fruchtbildung.

Tote Stützen, auch von organischem Material, umschlingt die keimende *Cuscuta* nicht; erst wenn sie durch Ansaugung an einen passenden Nährstengel ihre Existenz gesichert hat, werden auch derartige Körper von ihr umwunden. Haustorien werden zwar in solchen Fällen angelegt, kommen aber natürlich nicht zur Ausbildung.

Daß die Windungen der *Cuscuta*-Stengel an den mit Haustorien besetzten Strecken eng sind, hängt wohl mit der Notwendigkeit zusammen, gerade an diesen Stellen die Wirtspflanze besonders fest zu umklammern und dadurch das Ansetzen der Haustorien an letzterer zu sichern. Ob im übrigen weite oder enge Windungen ausgeführt werden, wird wohl von den im *Cuscuta*-Faden während des Wachstums sich verändernden inneren Bedingungen abhängen.

Für die Vermehrung des Parasiten wichtig ist der Umstand, daß sich Teilstücke der älteren Schmarotzerpflanze ähnlich den Keimlingspflanzen verhalten. Schneidet man die Enden junger Triebe ab und bringt diese auf feuchte Erde, so vermögen sie einige Zeit hindurch zu nutieren und die in ihrem Bereiche liegenden Nährpflanzen zu befallen; ältere Stücke nutieren unter ähnlichen Bedingungen nicht, entwickeln aber aus ihren Blattachseln sehr dünne Seitentriebe, die nun, ähnlich den Endstücken, eine Nährpflanze zu erreichen suchen. Diese Leichtigkeit der Vermehrung, welche dadurch noch größer ist, daß in den Blattachseln nicht eine, sondern mehrere Knospen angelegt werden, ist bei den Vertilgungsversuchen wohl zu beachten. Es kommt noch hinzu, daß an der Kontaktstelle mit der Nährpflanze häufig Adventivsprosse entstehen. Im Innern der *Cuscuta*-Rinde angelegt, durchbrechen sie diese nach Analogie der Nebenwurzeln und bilden sich entweder zu Blütenständen oder, wenn die Gesamtpflanze verletzt wurde, zu vegetativen Trieben aus.

Interessant ist, daß jüngere Zweige sich um ältere schlingen und in diese ihre Haustorien einsenken, wodurch verschiedene Schmarotzerexemplare einander ernähren können.

Die ersten zur Haustorialbildung führenden oder diese begleitenden Zellteilungen zeigen sich so ziemlich in allen Rindenlagen und in der Epidermis selbst. Während die letztere vorläufig nur radiale Wände einschiebt, sich also in vollständig normaler Weise räumlich vergrößert, sind es die Rindenschichten und besonders die zweite unterhalb der Epidermis, welche durch Teilungen, die in der Längsrichtung der Hauptachse, und zwar tangential verlaufen, ihre Reihen zu verdoppeln suchen. Die Zellage, welche in der Entstehungsgeschichte des Haustoriums eine hervorragende Rolle spielt, zeigt schon in frühen Entwicklungsstadien einen dichteren, protoplasmatischen Zellinhalt, sowie schärfer und zusammenhängender hervortretende Teilungen.

Die Epidermiszellen, welche gerade über dieser endogenen Neubildung der zweiten subepidermalen Zellage sich befinden, bleiben im Wachstum zurück, während die diese Stelle rings umschließenden Oberhautzellen unter tangentialer Teilung eine Streckung nach der Nährpflanze hin erfahren und somit einen kranzförmigen Wulst um die zentrale, zurückgebliebene Partie bilden, deren Zellen sich allerdings auch teilen, aber nicht vergrößern. Unterstützt wird diese Wallbildung durch Vergrößerung und Teilung der Zellelemente der ersten Zellage unterhalb der Epidermis.

Diese haustoriale Ansatzfläche (Fig. 46, *4 e*) ist aber nicht das Wesentlichste; am wichtigsten ist der Achsenzylinder des Saugorgans, der Haustorialkern (Fig. 46, *4, hk*), der aus tiefer liegenden Zellschichten hervorgeht und auf die Entwicklung der Ansatzfläche keinen Einfluß hat, da diese der Hauptsache nach bereits angelegt ist, ehe die Kernanlage nennenswerte Dimensionen hat.

Diese entsteht aus dem bereits erwähnten, durch tangentiale und radiale Teilung der zweiten subepidermalen Rindenschicht hervorgegangenen Meristemherde, dessen nach der Peripherie hin gerichtete Seite zum Vegetationspunkt sich ausbildet, während die dahinter gelegenen Zellreihen in der Nähe des Gefäßstranges durch Teilung ebenfalls in einen kleinzelligen Zustand übergeführt, allmählich zum Basalteil des Haustoriums sich ausbilden.

Das junge Haustorium stellt nun einen etwa stumpf kegelförmigen Körper dar, dessen Spitze durch die äußerste Teilungsschicht der erwähnten zweiten Zellage gebildet ist. Die Zellen dieser Spitze sind lang zylindrisch, bereits gestreckt, derart, daß die längsten das Zentrum einnehmen, die ganze Initialschicht also eine nach der Nährpflanze hin gerichtete Konvexität darstellt.

Durch tangentiale Teilung der Zellen der ersten subepidermalen Rindenlage über dem Vegetationspunkte des Haustorialkerns entsteht eine Art Kappe, welche bei der weiteren Entwicklung des Saugorgans zusammengedrückt und durchbrochen wird. Bei dem Eindringen des Haustorialvorstoßes in die Nährpflanze werden die Zellen der Kappe, sowie die der vorliegenden, mittlerweile auch gegen die Nährpflanze herangewachsenen Epidermiszellen in diese mit hineingepreßt und zu einer gelblichen Masse aufgelöst (Korkmasse; Fig. 46, *4k*). Bald nach seinem Eindringen erscheint der Haustorialkörper jetzt vollständig aus reihenweise angeordneten, an der Spitze schlauchförmigen Zellen zusammengesetzt, die basal mit dem Gefäßsystem des Mutterorgans, seitlich mit dessen tieferen Rindenlagen in direkter Verbindung stehen. Die schlauchförmigen Initialen des Haustorialkerns werden nur so lange zusammengehalten, als sie sich noch im Innern der Cuscuta-Rinde befinden. Mit ihrem Eintritt in das parenchymatische Gewebe der Nährpflanze beginnen sie ein selbständiges Wachstum, wobei sie meist ihren bisherigen trüben protoplasmatischen Inhalt verlieren.

Das ausgebildete Haustorium besteht, soweit es in der Nährpflanze, dem Lein, sich befindet, aus schlauchförmigen Zellen, die an ihrer angeschwollenen Spitze in dem Nährgewebe der Rinde weiter wachsen und von Zeit zu Zeit Querwände einschieben. Diese Zellen ähneln sehr einem Mycel. Die zentrale Partie dieses Haustorialvorstoßes behält seine Zellen ziemlich seitlich in Zusammenhang, während die peripherischen Reihen sich allseitig pinselartig in der Rinde ausbreiten. Die Mittelpartie des „Haustorialmycels“ gelangt mit ihren Initialen an den Holzkörper wie an den Weichbast; ihr Wachstum ist am Holzkörper vorläufig beendet; dagegen ist mittlerweile hier die Gefäßbildung in der Weise vor sich gegangen, daß die Zellmembranen einiger zentraler Haustorialzellen, die noch in dem Mutterorgan des Haustoriums liegen, sich ring- oder netzförmig verdicken. Später stellt sich die Verbindung des Gefäßkörpers des Haustoriums mit dem der Mutterachse dadurch her, daß sich die polyedrischen Basalzellen des Haustoriums auch verdicken.

In bezug auf die Entwicklungsgeschichte herrscht zwischen dem Haustorium von *Cuscuta epilinum* und dem von *C. epithymum* vollständige Übereinstimmung; die fertigen Saugorgane differieren etwas, was wohl von dem Charakter der Nährpflanze herrühren dürfte. Die Haustorien an der Kleepflanze selbst sind auch verschieden, je nachdem sie gerade auf ein Gefäßbündel der Nährpflanze aufstoßen oder



Fig. 47.

1. Ein Stück Kiefernholz mit Rindensaugstrang und Senkern der Mistel. An dem Rindensaugstrang bei *a* Brutknospe, bei *b* zwei sich entwickelnde Ausschläge. Das Holz ist von den zahlreichen bereits abgestorbenen (bei *c*) und gesunden (*d*) Senkern durchsetzt. Die Zahlen *7*, *9*, *11* und *13* an den gesunden Senkern geben an, vor wie viel Jahren diese entstanden waren. — *2.* Ein Keimling der Kleeseide legt sich unter Haustorialbildung (bei *i*) um eine Kleepflanze. Bei *R* seine abgestorbene Wurzel. *Pl* weiterwachsendes Stammende. — *3.* Kleepflanze von der Kleeseide umsponnen. *i* die Haustorialwindungen der letzteren. *Bl* Blütenstände. Bei *o* saugt sich die Seide an ihrem eigenen Zweige fest. *P* die Stammenden der Cuscutazweige. (*1* nach Hartig, *2* und *3* nach Koch.)

dasselbe nur tangieren oder auch direkt in den interfascicularen Geweben verlaufen.

Bei dem Eindringen in ein Gefäßbündel gehen die Zellen des Haustoriums zwischen den stark verdickten Zellen des Hartbastes hindurch in den Weichbast, lassen denselben aber später links und rechts liegen, biegen in das interfasciculare Gewebe ein, um nach dem Markkörper des Kleestengels vorzudringen. Die frei nach allen Richtungen hin verlaufenden, mycelähnlichen peripherischen Schlauchzellen des Haustoriums verlaufen quer und längs in dem Nährstengel; sie gehen besonders in der letztgenannten Richtung von der Eintrittsstelle des Haustoriums hoch in die betreffenden Stammteile der Nährpflanze hinauf.

Die um ein Gefäßbündel herumgehenden oder gar von Anfang an zwischen denselben hinwachsenden Haustorialinitialen haben natürlich ein leichteres Eindringen, und bei ihnen kommt das selbständige Wachstum schneller zum Ausdruck. Ein Bündel derartiger Haustorialfäden kann die Markzellen des Kleestengels geradezu auseinanderdrängen und einen Teil derselben zerstören. Die Haustorialinitialen wachsen dann durch die parenchymatischen Zellen hindurch in einem so wirren Knäuel durcheinander, daß derselbe nur mit einem Mycelknäuel verglichen werden kann.

Der dritte und einfachste Fall des Eindringens des Haustoriums, bei welchem der Haustorialvorstoß mit seiner gesamten Zellmasse zwischen je zwei Gefäßbündel der Nährpflanze zu liegen kommt, stimmt am vollständigsten mit der Durchsetzung der *Cuscuta epilinum* überein. Der Lein mit seiner starken Rindenlage neben dem nährstoffreichen, üppig den Parasiten nährenden, leicht erreichbaren Weichbast bietet ein genügendes Feld für die Ausbreitung der Haustorialfäden, so daß diese kaum nötig haben, die Hindernisse, welche der Holzkörper einem Eindringen in die schwachen Marklagen entgegensetzen würde, zu überwinden. Namentlich häufig bei der Kleeseide dringen Haustorien auch in den Blattstiel, junge Blätter oder Blattscheiden ein. Bei dem Eindringen in den Blattstiel breitet sich das „Haustorialmycel“ sofort ziemlich frei in der das Gefäßsystem umgebenden Parenchymlage aus.

Bei der Blattspreite bemerkt man, daß zunächst der Cuscuta-Trieb durch seine Windungen dieselbe zusammendrückt. Der erste Vorstoß des Haustoriums in das zerknitterte Kleeblatt erfolgt mit solcher Gewalt, daß, falls von ihm keines der Blattgefäßbündel getroffen wird, der größte Teil der Haustorialinitialen durch das weiche Mesophyll des Blattes hindurch gelangt und von hier aus noch in weitere Lagen der zusammengefalteten Blattspreite eintritt. Das zerknitterte Blatt wird an diesen Stellen geradezu zusammengeheftet. In den einzelnen, seitens des Haustorialvorstoßes perforierten Blattlagen bleiben eine Anzahl von Haustorialinitalen zurück und durchwuchern das zartwandige Blattparenchym, wobei die Haustorialfäden durch die Nährzellen hindurchgehen, ohne sie zu töten.

Die Anheftung der Haustorien scheint nach Mohl dadurch stattzufinden, daß das an der angelegten Ansatzfläche vorhandene, in Wasser und Alkohol lösliche Sekret das Anhaften vermittelt. Dieses Sekret dürfte das Eindringen des Haustorialkerns in die Nährpflanze erleichtern, indem durch dasselbe möglicherweise eine Verschleimung der Epidermis des Wirtes eingeleitet wird. In die derartig vorbereitete Nährrinde

dringt nachher, unterstützt durch die engen Windungen des Cuscuta-Stengels, die eine Lockerung ausschließen, der mechanisch sich hineinpressende Haustorialvorstoß, der die Epidermiszellen der Nährpflanzen verletzt und mit in das darunterliegende Rindengewebe hineinpreßt; liegen die Haustorialinitialen einmal in dem parenchymatischen Rindengewebe, in das sie noch in geschlossener Masse eingedrungen, dann geben sie das gemeinschaftliche Vordringen auf; sie wuchern unter losem oder vollständig aufgehobenem seitlichen Zusammenhalt im Parenchym wie Pilzhyphen. Bei der Balsamine ließ sich beobachten, daß der Haustorialfaden seine zuerst mit der Membran der Nährzelle in Berührung getretene Spitze eine schwache Abflachung bilden läßt und an dieser eine organische Verschmelzung der beiderseitigen Zellmembranen einleitet. Mit deren Beendigung sind an der Kontaktstelle beide Wände zu einer optisch nicht mehr unterscheidbaren, homogenen Zellulosepartie vereint. Hier bildet sich nun zuerst eine nach dem Lumen der zu durchsetzenden Nährzelle hin hervorragende, kleine Aussackung aus, die sich mehr und mehr vergrößert und die weiter wachsende Spitze des Fadens darstellt. Diese Spitze wächst alsdann in die Zelle, legt sich an die der Eintrittsstelle entgegengesetzte Wand an, um auf dieselbe Art auch diese zu durchbohren.

Physiologisch interessant ist es, daß sich gar keine Störung, nicht einmal eine Verminderung in der Turgescenz der Nährzellen erkennen läßt; man wird daher wohl annehmen können, daß kein mechanischer Druck, sondern lediglich chemische Schmelzung bei dem Eindringen der Haustorialfäden zur Anwendung gelangt. Dickwandige Bast- und Holzzellen werden nicht durchsetzt, sondern umgangen oder aus ihrem Verbande gesprengt.

An die luft- oder wasserführenden Gefäßelemente der Nährpflanzen, denen das Haustorium einen Teil seines Wasserbedarfs zu entnehmen vermag, legen sich von dessen Initialen einzelne, und zwar gewöhnlich die zentralgestellten an, treiben hier sackförmige Ausstülpungen und verdicken sich, indem sie ihr Wachstum beschließen, ring- bis netzförmig. Jüngere, noch Protoplasma besitzende Gefäßzellen sowie Tracheïden der Blattstiele und Blattnerven erfahren häufig eine den parenchymatischen Zellformen entsprechende Durchsetzung. In größeren Lufträumen der Nährpflanze fehlt den Endzellen der Haustorialfäden die Gelegenheit weiterer Ernährung; sie schließen alsdann ihr Wachstum ab und treiben blasenförmige Anschwellungen, die mit der Zeit zusammenfallen.

Die Anatomie des Stammes und der Wurzel ist bei der Fachs- und Kleeseide ebenfalls meist übereinstimmend. Gegenüber den anderen Dicotylen unterscheidet sich *Cuscuta* durch einen an Spaltöffnungen sehr armen, mit nachträglichem Dickenwachstum im Sinne der Dicotylen nicht begabten Stengel. Es erscheinen im Grundgewebe nicht mehrere procambiale Bündel, sondern nur ein einziges zentrales, mit einer größeren Anzahl von Gefäßgruppen, deren Ausbildung nur insofern von den Haustorien abhängt, als ihre Verstärkung mit eintretender Haustorialarbeit sich bedeutend steigert. Angelegt sind die Gefäßverdickungen auch an der haustorienlosen Keimpflanze.

Aus dem zentralen Procambiumstrange scheiden sich allmählich fünf Gefäßbündelgruppen mit je zwei bis sieben Gefäßzellen aus; ihre Anordnung ist keineswegs eine scharf kreisförmige, sondern sie liegen mehr oder minder unregelmäßig in dem zentralen Gewebestrange. Die

nach der Gefäßbildung übrigen Partien des Procambiumstranges bleiben, soweit sie über oder schwach seitlich an den Gefäßgruppen liegen, zartwandig und werden eng und gestreckt. Das Längenwachstum kann hier sogar noch andauern, so daß Zellformen entstehen, welche denjenigen des Weichbastes der dicotylen Gewächse mehr oder weniger entsprechen; sie leiten die Eiweißstoffe. Die zentralen sowie stellenweise die interfascicularen Partien des Procambiumstranges werden durch Teilung kurzzellig und bilden ein scheinbares Mark. Dieses Mark ist keineswegs dem gleichnamigen Gewebe der anderen Dicotylen gleichwertig. Es entsteht nicht aus dem Meristem des Vegetationspunktes, sondern aus dem Procambium und gehört somit entwicklungsgeschichtlich zu dem Gefäßbündel. Eine nachträgliche Verstärkung der Gefäßbündel seitens cambialer Zonen findet nicht statt, also Stammverdickung im Sinne der dicotylen Gewächse ist ausgeschlossen. Ebenso fehlen dem Gefäßbündel die mechanischen Zellformen; es ist weder von Holzzellen noch von Bastfasern etwas wahrzunehmen. Die Gefäßelemente bestehen aus Tracheïden mit porösen, geschlossenen Querwandungen; selten kommen unter den später entstandenen, netzförmigen Zellformen echte Tracheen mit vollkommener Perforation vor.

Die übrigen Cuscuta-Arten weichen von dem geschilderten Verhalten der beiden Arten mehr oder weniger ab, worauf hier nicht einzugehen ist.

Der Bau und die Verzweigungsverhältnisse des Stammvegetationspunktes sind im Gegensatz zu dem der Wurzel dem dicotylen Entwicklungstypus entsprechend. Manche Arten, wie z. B. *C. monogyna* (nach Schleiden) und andere lassen am Keimling schon Blattanlagen erkennen; andere zeigen nur die Achse entwickelt. Selbst da, wo der Keimling im Samen schon Blattanlagen besitzt, sind dieselben nicht den Cotyledonen vergleichbar, sondern sie sind als Schuppenblätter aufzufassen, gleich denen, welche sich in späteren Entwicklungsstadien der Pflanze an deren Stammteilen vorfinden. Sobald sich als seitliche Protuberanz das junge Blatt vom Vegetationspunkt des Stammes in die Höhe gewölbt hat, zeigt sich bald direkt über ihr ein zweiter Höcker, der junge Sproß. Unter diesem erst angelegten Sproß entstehen ohne vorhergehende Deckblattbildung, von demselben schuppenförmigen Blattorgan umhüllt, noch eine Anzahl reihenweis gestellter Knospen. Die ältesten Glieder dieser Knospenreihe (gewöhnlich zwei) treiben sofort nach ihrer Anlage aus und werden vegetative Sprosse, während die zwei bis vier zurückgebliebenen vielfach zu Blüten- und Fruchtständen sich ausbilden; an den alten Pflanzen werden die an den letztgebildeten Stengelteilen entstehenden Knospen sämtlich zu Blüten.

Neben den normal angelegten Sprossen können auch an älteren Stammteilen adventive Sprosse entstehen. Die Entstehung der Adventivsprosse erfolgt an den Orten der stärksten Ernährung, also in der Nähe der Haustorien; sie sind architektonisch überzählig, physiologisch von großer Bedeutung, entwickeln sich aber bei den Cuscuten nicht etwa nur durch Reiz, z. B. nach Verwundung, sondern auch ohne äußeren Anlaß. Bemerkenswert ist, daß sie nur an der Kontaktseite mit der Nährpflanze (oft zu 20 bis 30) auftreten und sich meist zu Inflorescenzen ausbilden. Gegenüber den normalen exogen angelegten Sprossen erscheinen die Adventivsprosse endogen, also tief im Rindengewebe angelegt, und durchbrechen die vor ihnen liegenden degenerierenden Schichten.

Im ersten Sommer nach der Aussaat ist die negative Entwicklung der Kleeseide gering, so daß Infektionsstellen für gewöhnlich übersehen werden. Erst im zweiten Jahre, also dem ersten Nutzjahr des Klees, erkennt man diese Stellen, die „Seidenester“, deutlicher, da sie dann meist an Ausdehnung zugenommen haben. Diese Erscheinung muß auf den Umstand zurückgeführt werden, daß die an den Kleestoppeln bereits im Vorjahre angesaugten *Cuscuta*-Windungen die Fähigkeit besitzen, rasch kräftige Seitenzweige zu entwickeln, die sich an neuen Wirten festsaugen. Die Fähigkeit, den Winter zu überdauern, kommt der Kleeseide nach übereinstimmenden Beobachtungen Kühns u. a. zweifelsfrei zu. Die überwinternden Seideknäuel fallen aber nicht leicht auf, da sie dem Boden dicht anliegen.

Nach den Angaben von F. C. Stewart und G. T. French[1]) ist das Überwintern von *C. epithymum* in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ebenfalls ein häufiges Vorkommen. Sie überwintert in Gestalt kurzer, gelber Fadenbüschel an den Gipfelteilen niederliegender Wirtspflanzen.

Die Blüten- und Fruchtbildung stellt sich, wie bereits erwähnt, früher ein, wenn der Parasit nicht ausgiebig genug ernährt wird, sei es, daß die zusagenden Wirtspflanzen nicht genügend entwickelt oder daß die Nährpflanzen nicht zusagend sind (Gräser, Schachtelhalme).

Die Größe der Samen ist sehr verschieden, je nachdem von den vier Ovulis sich Samen ausbilden. Je weniger Samen in der Kapsel, desto größer das einzelne Korn, was für die Reinigung der Saatware sehr ins Gewicht fällt. Die Samen reifen schnell, bisweilen schon nach ungefähr 14 Tagen.

Nach Koch und anderen geht die Samenepidermis aus der ehemaligen epidermalen Zellage der Samenknospe hervor; während des Reifungsprozesses führt diese Lage Stärkekörner mit Chlorophyllüberzug. Nach und nach schwinden diese. Die zweite Testaschicht, aus säulenförmigen, dünnwandigen Zellen gebildet, entsteht aus der subepidermalen Zellage des Ovulums. Die Reaktionen beider Zellschichten weisen auf Verkorkung hin. Die dritte Lage der Samenschale besteht aus sehr dickwandigen, das Lumen nur als schmalen Spalt belassenden Zellen von säulenförmiger Gestalt und Zellulosereaktion der Wandung. Die zusammenstoßenden Längswandungen verschmelzen miteinander. Eine vierte Schicht der Testa besteht zur Zeit der Samenreife nur noch aus zusammengedrückten Membranen und Protoplasmaresten des ehemaligen Knospenkernes.

Manche Samen haben ein weißlich schimmerndes Ansehen (*Cuscuta epithymum*); dies kommt daher, daß die stark aufquellbaren, prismatischen, platten oder quadratischen Epidermiszellen infolge äußerer, mechanischer Einwirkungen stark verletzt werden. Ihre Außenwände (bedeutend weniger schon die Seitenwände) zeigen sich so ziemlich vollständig zerrissen und erscheinen in Gestalt faseriger Stücke. Haberlandt gibt unter der sogenannten vierten oben erwähnten noch eine fünfte Testaschicht an, die einfach und collenchymatisch erscheint. Diese von den inneren Endospermzellen durch regelmäßigere Gestaltung der Zellen abweichende Lage gehört nicht zur Samenschale, sondern zum Sameneiweiß, dessen Kleberschicht sie ist.

---

[1]) Torreya, IX, 1909, Nr. 2, p. 3.

Die Zahl der Windungen des embryonalen Stammes, die selbst bei ein und derselben Cuscuta-Spezies keine vollständig konstante ist, variiert bei den verschiedenen Cuscuta-Arten nicht unwesentlich.

Die beste Entwicklung der Seidenarten findet auf den Leguminosen statt, namentlich auf Klee, Wicke und Luzerne. Doch gibt es davon auch Ausnahmen, wie z. B. die Buschbohne (*Phaseolus vulgaris*) und die Kichererbse (*Cicer arietinum*), welche selten befallen werden. Von den Pflanzen aus anderen Familien fand HABERLANDT [1]), daß Lein, Hanf und Sonnenblumen den Haustorien des Parasiten kein Eindringen gestatten; Leindotter, Runkelrübe, Buschbohne und Mais fristen der Seide für kurze Zeit das Leben; dagegen scheinen Umbelliferen, (Fenchel, Anis, Coriander) und die Brennessel günstige Wirtspflanzen zu sein, da auf ihnen der Schmarotzer zum Blühen und teilweise auch zur Samenreife gelangt. Nicht unbeachtet darf aber der Entwicklungszustand der Nährpflanze bei der Beurteilung der Empfänglichkeit bleiben. Sehr derbwandige Zellmembranen scheinen selbst bei den zusagendsten Nährpflanzen ein Eindringen der Haustorien zu verhindern, da HABERLANDT bei Aussaaten im Hochsommer sah, daß solche Wirtspflanzen vollkommen unbefallen blieben. Daß auch der Entwicklungszustand des Schmarotzers von Einfluß ist, ergibt sich aus der Beobachtung HABERLANDTS, daß selbst im jungen Zustande Linse und Buschbohne von Keimlingen der *Cuscuta* nicht angegriffen werden, sondern erst stärkeren Sprossen des älter gewordenen Schmarotzers erliegen.

Außer den genannten Nährpflanzen ist die Kleeseide noch auf vielen anderen Pflanzen beobachtet worden; verschiedene Gegenden zeigen manchmal einzelne Gattungen speziell häufig befallen, und bemerkenswert ist in dieser Beziehung ein Beispiel aus Südtirol, wo die Seide (*C. epithymum*) nicht selten auf Weintrauben angetroffen wird; solche befallene Trauben haben den Namen „bärtige Trauben“ erhalten.

Die gewöhnliche Seide, *Cuscuta europaea* L., hat mir der vorigen Art einen Teil der Nährpflanzen gemein, da sie auf *Urtica*, *Humulus lupulus*, *Cannabis sativa*, *Salix*, *Populus*, *Aconitum*, *Tanacetum* u. a. vorkommt.

Während die Kleeseide erst seit Beginn dieses Jahrhunderts in größerem Maßstabe aufgetreten zu sein scheint, ist die Flachsseide schon länger als Plage der Landwirtschaft bekannt [2]); außer den Flachs (*Linum usitatissimum* L.) scheint sie, wie NOBBE [3]) bei Aussaatversuchen gefunden, auch den Hanf zu befallen, und unter *Spergula* vorzukommen. Letzteres Vorkommen dürfte dann zu bemerken sein, wenn das Saatgut des Spörgels durch Aussieben aus *Linum* gewonnen worden ist [4]). Von dem Vorkommen der *C. epilinum* auf Balsaminen ist bereits die Rede gewesen (S. 216). Von geringerer Bedeutung ist bei uns die *C. lupuliformis* Krocker, welche außer auf Lupinen auch auf Weiden, Pappeln und Ahorn vorkommen soll; sie findet sich häufiger in Böhmen, Mähren und Osteuropa. Unbeständig in ihrem

[1]) Über Kleeseide in Österr. landw. Wochenbl. 1876, Nr. 39/40, vgl. Biedermanns Centralbl. 1876, II, S. 376.

[2]) BALTHASAR-EHRHART, Ökonomische Pflanzenhistorie usw. Ulm u. Memmingen 1760. VII. Teil, S. 121.

[3]) Wiener landwirtsch. Zeit. 1873, Nr. 31.

[4]) Landwirtsch. Versuchsstationen 1878, S. 411.

Auftreten ist die mit dem französischen Luzernesamen eingeschleppte Luzerneseide (*C. racemosa* Mart.). Von Amerika stammt die in den Mainauen bei Miltenberg als gefährlicher Weidenfeind aufgetretene *C. Gronovii* Willd. In Ungarn kommt *C. obtusiflora* Humb. auf Weiden vor, deren befallene Ruten unbrauchbar werden. Es wird hier das von KÜHN zur Entfernung der auf Weiden ebenfalls auftretenden *C. europaea* und *monogyna* empfohlene Mittel des Abschneidens der Ruten anzuwenden sein. Das Abschneiden muß vor Beginn der Blüte (also im Juni oder Anfang Juli) stattfinden.

Unter den Vorbeugungsmitteln gegen die Seide ist die bereits von KÜHN empfohlene Samenkontrolle am wirksamsten. Diese Kontrolle wird jetzt allgemein von den landwirtschaftlichen Versuchsstationen ausgeführt, welche nach NOBBES Vorgang die Saat auf Seidesamen untersuchen. Wenn man gezwungen ist, ein Saatgut zu verwenden, das nicht seidefrei ist, dann empfiehlt KÜHN das Reinigen der Ware durch Siebe, welche genau 22 Maschen auf 7 qcm haben. Die Cuscuta-Samen sind durchschnittlich viel kleiner als ausgereifte Rotkleesamen, aber nur etwas kleiner als Weißklee, und daher ist die Maschenweite der Siebe von größter Bedeutung. Den Siebabfall dem Futter beizumengen, ist aber durchaus nicht geraten, da es festgestellt ist, daß der Seidesamen unzerstört den Verdauungskanal des Tieres verläßt und somit keimungsfähig wieder auf den Acker mit dem Dünger kommt. Ausschließlich sich auf die Siebe verlassen zu wollen, ist aber nach NOBBES gründlichen Erfahrungen nicht ratsam. Die Seidekörner stimmen in der Größe sowie in dem absoluten und spezifischen Gewichte mit den Samen des weißen und schwedischen Klees so nahezu überein, daß weder Spreufege noch Sieb einen vollkommenen Erfolg versprechen. Aber auch bei den großkörnigeren Samen von Luzerne, Rot- und Inkarnatklee kann nicht für absolute Entfernung der Kleeseide garantiert werden, da deren Samen auf üppigen Nährpflanzen bisweilen eine Siebmasche von 1 mm nicht zu passieren vermögen. Vereinzeltes Vorkommen von Seidesamen sollte nicht zum Zurückweisen des Saatgutes Veranlassung geben. Ferner ist noch zwischen der aus Amerika eingeschleppten Grobseide *(C. racemosa)* und gewöhnlicher Kleeseide zu unterscheiden. Erstere ist bei uns weit weniger gefährlich, da sie in Mitteleuropa weniger günstige Entwicklungsbedingungen findet. In manchen Fällen macht die Unterscheidung der Samen nach äußeren Merkmalen Schwierigkeiten. Nach H. v. GUTTENBERG[1]) ist auf Grund anatomischer Merkmale Größe und Stärkegehalt der Epidermiszellen, Größe der Palisadenzellen, rudimentäre Blattanlagen — eine zuverlässige Unterscheidung möglich.

Zu den Hauptvorbeugungsmitteln gehört auch eine ängstliche Sorgfalt betreffs Vermeidung der gelegentlichen Verbreitungswege. Man darf nicht allein den Siebabfall, wie oben erwähnt, nicht als Viehfutter verwenden, sondern man muß auch vermeiden, seidehaltigen Klee zu verfüttern. Wenn Jungvieh mit Raps- und Leinkuchen gefüttert wird, sind diese Futtermittel vorher zu untersuchen. SEMPOLOWSKI[2]) stellte nämlich eine Infektion des Kleeackers, der mit reinem Saatgut bestellt war, durch Aufbringen von Jungviehdünger fest; die Tiere waren mit

---

[1]) Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1909, S. 32.

[2]) Über die Widerstandsfähigkeit der Kleeseide usw.; zit. in Zeitschr. d. landw. Centralver. d. Prov. Sachsen 1881, S. 19.

Ölkuchen gefüttert worden, welche unzerstörte Kleeseidesamen enthielten. Solcher Same findet auch nicht selten seine Verbreitung durch Timotheegrassaat.

Man könnte auch daran denken, durch Düngung eine erhöhte Widerstandskraft des Klees gegen den Schmarotzer hervorzurufen. Man weiß darüber vorläufig nach Untersuchungen von LAURENT[1]) nur, daß Kalisalze und Kalk die Resistenz vermindern, während Phosphorsäure sie erhöht.

Auch durch die Anbaumethode läßt sich einer möglichen Ausbreitung des Schmarotzers schon entgegenwirken. So liegen sehr günstige Erfahrungen über die Anwendung der mit Esparsette gemischten Kleesaat vor. NATHUSIUS verwendet außerdem noch Luzerne; die Aussaat erfolgt gewöhnlich unter gedrillten Weizen, und die Esparsette wird bei der Bearbeitung des Weizens mittels der Pferdehacke untergebracht, Luzerne und Klee dann ausgesät und mittels der Walze oder Egge leicht mit der Ackerkrume vermischt. Im ersten Jahre überwiegen meist Klee und Esparsette, während bei dem zweiten und dritten Schnitt schon die Luzerne sich üppig zu entwickeln beginnt. Wenn die Seide den Klee tötet, breitet sich die der *Cuscuta* wenig zugängliche Esparsette aus und bringt den Schmarotzer zum Verschwinden, ehe die spät sich entwickelnde Luzerne befallen werden kann.

Radikaler noch soll nach WAGENBICHLER das Übergießen der befallenen Stellen mit verdünnter Schwefelsäure wirken (auf einen Teil Säure 200—300 Gewichtsteile Wasser). Allerdings wurden dadurch außer der Seide auch Klee und Luzerne getötet; nur Timotheegras soll unversehrt geblieben sein[2]). An Stelle des Begießens bediente sich J. BECKER zur Vertilgung der Seide des Bestreuens mit einem Kalisalz[3]). Am Tage nach dem Bestreuen waren Klee- und Luzernepflanzen mit dem Schmarotzer vollständig braun, wie verbrannt. Nach acht Tagen hatte sich die Luzerne wieder erholt, die Kleepflanzen aber und auch der Schmarotzer blieben tot. Auch im folgenden Jahre zeigte sich auf den früher befallenen Stellen keine Seide. HILTNER[4]) empfiehlt als bestes Mittel Bespritzen mit 15—18prozentiger Eisenvitriollösung. Wirkung wird allerdings nur erzielt, wenn die Bespritzung nicht mit der Gießkanne ausgeführt wird, sondern mit einer Peronospora- oder Hederichspritze; der Strahl soll kräftig sein und direkt von oben kommen. Beschränkt sich der Befall auf weniger umfangreiche Nester, so kann man nach NOBBE die auf den Stoppeln zurückbleibenden Cuscuta-Herde mit Häcksel überschichten, den man mit Petroleum übergießt und abbrennt.

Die Bekämpfung des bereits erwähnten *C. racemosa* ist dadurch wesentlich erleichtert, daß ihre Triebe weniger kriechen, sondern mehr in die Höhe wachsen und durch rechtzeitiges Mähen, möglichst schon vor der Blütenbildung, an der Fruchtbildung verhindert werden können. Auch bei der einheimischen Kleeseide wird die Bekämpfung durch rechtzeitiges Mähen wirksam unterstützt.

---

[1]) Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, 343.

[2]) Fühlings Neue landw. Zeit. 1871, Heft 6, S. 475.

[3]) Fühlings Neue landw. Zeit. 1871, Heft 10, S. 704.

[4]) Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 1908, Heft 2.

Scrophulariaceae.

In dieser Familie ist es die außerordentlich interessante, 26 Gattungen umfassende Gruppe der Rhinantheen, die alle Abstufungen aufweist zwischen Formen, die zur Not noch ganz ohne Parasitismus ihren Lebenslauf vollenden können und solchen, die ausgeprägte Ganzparasiten sind. Die gründliche physiologische Erforschung[1]) der Gruppe verdanken wir in erster Linie HEINRICHER, dessen Darstellungen wir uns im folgenden anschließen wollen.

Danach können die Arten *Euphrasia minima* und *Odontites verna* den Parasitismus zur Not entbehren, wenn sie auch als Parasiten besser gedeihen. Diese beiden Arten haben auch als einzige die Befähigung zur Wurzelhaarbildung behalten. Die übrigen Arten sind, mit Ausnahme von *Lathraea*, die chlorophyllfreier Vollparasit ist, sämtlich sogenannte grüne Halbschmarotzer mit gut entwickeltem assimilationstüchtigen Laubwerk, welchem Umstand es auch zuzuschreiben ist, daß sie in ihrem Wesen als Schmarotzer lange nicht erkannt wurden.

Die Einwirkung der Rhinantheen auf die von ihnen befallenen Wirtspflanzen scheint im allgemeinen unerheblich zu sein, so daß sie kaum größeren Schaden stiften. Schädliche Wirkung kann mitunter durch die Alectorolophus-Arten (Klappertopf) verursacht werden. STEBLER und SCHRÖDER[2]) äußern sich darüber wie folgt: „Den Hauptschaden richtet sie (die Chlaffe) an, indem sie die übrigen Wiesenpflanzen durch ihr Schmarotzen beeinträchtigt oder zum Absterben bringt. Wo sie massenhaft auftritt, bleibt das Gras klein und ist deshalb gering.“ In Gebirgsgegenden, wo der Roggen häufig dünn steht und der Alectorophus günstige Beleuchtungsverhältnisse findet, kann er empfindlichen Schaden anrichten. Daher der Bauernspruch aus der Meraner Gegend: „Der Klapf frißt das Brot aus dem Ofen heraus.“ Die beste Maßnahme dagegen ist Ausreißen vor der Blüte[3]).

Bezüglich der Keimung lassen sich zwei verschiedene Fälle auseinanderhalten. Die Samen der ganzparasitischen Gattung *Lathraea* und der im Anfang ihrer Entwicklung ganzparasitischen *Tozzia* keimen nur unter dem Einfluß eines chemischen Reizes, der vom lebenden Gewebe (Nährwurzel) ausgeht. Alle übrigen Formen bedürfen eines solchen Reizes nicht. Ihre Samen keimen, auch wenn sie einzeln für sich ausgelegt werden[4]).

Werden sie ohne Nährpflanzen in dichter Saat ausgesät, so wachsen sie zunächst üppig, aber nur wenige Individuen bringen es auf Kosten der übrigen zur Blüten- und Fruchtbildung. Haustorien werden bei dieser Kulturmethode stets gebildet, und wir finden hier also den Fall, daß ein solcher Schmarotzer auf Individuen derselben Art sich ausiedelt. Ganz anders gestaltet sich das Wachstum bei gleichzeitigem Vorhandensein geeigneter Nährpflanzen. Die Individuen wachsen nicht bloß

---

[1]) HEINRICHER, Jahrbücher wiss. Bot. XXX, 1898, S. 77, und XXXII, 1898, S. 389. Derselbe, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XVII, 1900, S. 244. Derselbe, Die Naturwissenschaften V, 1917, S. 113. KOCH, Jahrbücher wiss. Bot. XX, 1889, S. 1, und XXII, 1891, S. 1.

[2]) Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. 5. Bd. der Landw. Jahrb. d. Schweiz.

[3]) Weiteres bei HEINRICHER, Jahrbücher wiss. Bot. XXXII, 1898, S. 422.

[4]) Vgl. HEINRICHER, Die Aufzucht und Kultur der parasitischen Samenpflanzen. Jena 1910.

kräftiger und höher, sondern sie blühen und fruchten auch alle in normaler Weise. Findet die Aussaat der Nährpflanzen gleichzeitig statt, so wird der Parasit kümmerlicher, als wenn die Nährpflanze bereits einen Vorsprung besitzt. Bei zu dichtem Stande der Nährpflanzen wird der Parasit unterdrückt, denn er ist sehr lichtbedürftig und gedeiht nur dann üppig, wenn er den nötigen Raum zur Verfügung hat. Die Auswahl der Nährpflanzen ist keine allzu große, doch scheinen die Dikotylen den Vorzug vor den Monokotylen zu finden.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Bekämpfung der Rhinantheen am sichersten dadurch erfolgt, daß die Nährpflanzen in ihrem Wachstum möglichst gefördert werden. Das geschieht am besten durch geeignete Düngung, bei *Alectorolophus* auch durch Dränage der feuchten Wiesen.

Die Keimung der Samen findet in der Natur nach einer Winterruhe im Frühjahr statt. Indessen bleibt die Keimfähigkeit zwei bis drei Jahre, bei *Alectorolophus* noch länger erhalten, so daß auch in späteren Jahren Pflanzen noch auflaufen.

Etwas anders verhalten sich sich die Gattungen *Bartschia* und *Tozzia*. *Bartschia alpina* keimt ohne Nährpflanze aus, ist perennierend, blüht wiederholt und hat theoretisch eine unbegrenzte Lebensdauer. Sie entwickelt sich sehr langsam und erreicht ihre Blütezeit frühestens im vierten, meist erst im fünften oder sechsten Jahre. Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Formen und in Übereinstimmung mit *Lathraea* keimt *Tozzia alpina* nur bei Gegenwart einer Nährpflanze aus. Sie macht ihre erste Entwicklung unter der Erde als chlorophyllfreier Vollparasit durch. Erst im zweiten oder dritten Jahre nach der Keimung, wenn sie genügend erstarkt ist, produziert sie den assimilationstüchtigen, grünen, kurzlebigen Laubtrieb mit den Blüten. Nach der Blüte stirbt die Pflanze ab. Die Behauptungen Bonniers[1]), der auf Grund von Versuchen gefunden zu haben glaubte, daß die CO_2-Assimilationen durch die Blätter bei diesen grünen Parasiten sehr gering, bei *Euphrasia minima* sogar gleich Null sei, sind später von Heinricher widerlegt worden durch den exakten Nachweis, daß die große Mehrzahl von ihnen bezüglich der CO_2-Assimilationen tatsächlich selbständig ist. Ihr Parasitismus erstreckt sich nur auf die Gewinnung von Wasser und Salzen, nicht auf die Gewinnung von organischer Substanz. Davon gibt es allerdings Ausnahmen. Die beiden Arten *Melampyrum pratense* und *M. silvaticum* verlangen besonders in den Jugendstadien Nährpflanzen, deren Wurzeln reichlich organische Speicherstoffe führen, und erscheinen so nicht mehr als reine Nährsalzparasiten.

Das Schmarotzen erfolgt bei den meisten Arten in ganz ähnlicher Weise wie bei dem S. 200 beschriebenen *Thesium*. Die Haustorien, die nicht etwa als umgewandelte Wurzeln aufzufassen sind, sondern als Organe „*sui generis*“ (Goebel), entstehen an der Wurzel der Parasiten und haben die Form von knötchenartigen Anschwellungen, die häufig in dichter Folge aneinandergereiht entstehen können, wodurch ein derartiges Wurzelstück vielfach gegliedert erscheint oder ein perlenschnurartiges Aussehen bekommen kann. Jede Anschwellung entsendet einen Saugfortsatz ins Innere der Nährwurzel.

[1]) Recherches physiologiques sur les plantes parasites. Bull. scient. du nord de la France et de la Belgique, XXV, 1893, p. 77.

In der Größe der Haustorien bestehen mannigfache Unterschiede je nach der Pflanzenart, nach der Stärke der befallenen Wurzel und dem Alter des Parasiten.

Die Haustorien gleichen äußerlich den oben schon von *Thesium* beschriebenen[1]). In ihrem Bau zeigen sie ähnliche Verhältnisse, wenn auch im allgemeinen in bedeutend vereinfachter Form. Sie bilden bei *Alectorolophus* ebenfalls kleine, den Wurzeln seitlich anhängende Organe. Kommt ein Haustorium auf die Wurzel einer Monokotyle, etwa eines Grases, so legt sich in der Regel die Rindenschicht des Haustoriums unter Zerstörung des Rindenparenchyms der Nährwurzel an die Gefäßbündelscheide derselben an. Der Kern des Haustoriums sowie der in das Holz eindringende Saugfortsatz sind nur von einem einzigen Gefäßbündelstrange durchzogen, dessen Zellen verdickt sind und durch große Löcher miteinander in Verbindung stehen. Wie bei allen anderen Saugorganen, steht auch hier der Gefäßbündelstrang des Haustoriums in direktem Zusammenhang mit den Gefäßbündeln der Nährwurzeln. Genau wie bei *Thesium*, legt sich das Haustorium bei dikotylen Wurzeln dem Holzkörper an, während es bei monokotylen Wurzeln in denselben eindringt und ihn zersprengt.

Bei unserer einheimischen vollparasitischen Art *Lathraea squamaria*, der Schuppenwurz, zeigt der Saugapparat den höchsten Grad der Ausgestaltung und Leistungsfähigkeit. Der Saugfortsatz „vermag sich in einzelnen isolierten schlauchartigen Zellen mit bedeutender absorbierender Oberfläche aufzulösen und durch Enzymwirkung auch die verholzten Gewebe des Wirts zu lösen, zu durchwachsen und auszunützen“.

Da *Lathraea* lediglich Holzgewächse befällt, so kann der angerichtete Schaden, selbst wenn eine Anzahl von Wurzeln abgetötet werden sollte, nicht besonders groß sein, und wir können uns deshalb, entsprechend ihrer geringen Bedeutung als Schmarotzer, mit den vorhergehenden kurzen Andeutungen begnügen.

Von der nicht zu den Rhinantheen im engeren Sinn gehörigen Gattung **Striga** verdienen auch einige Arten, die zu zeitweiligem vollkommenem Parasitismus fortgeschritten sind, Beachtung. *Striga lutea* beispielsweise, die als Parasit („witsch weed“) besonders die Maiskulturen und auch das Zuckerrohr in hohem Grade zu schädigen vermag, macht eine unterirdische Periode durch, in der sie Ganzparasit ist, um daraus in eine oberirdische Periode überzugehen, in der sie sich wie ein grüner Halbschmarotzer verhält[2]).

Orobanchaceae.

Einen Übergang zu den Orobanchaceen[3]) vermittelt die soeben behandelte Gattung *Lathraea*, die früher allgemein in diese Familie gerechnet wurde. Äußerlich zeigt sich zwar durch die gelbbräunliche Färbung, die durch das Fehlen von jeglichem Chlorophyll hervorgerufen wird, eine gewisse Ähnlichkeit, aber entwicklungsgeschichtliche Gründe lassen den Anschluß von *Lathraea* bei den Rhinantheen als zweifellos erscheinen.

---

[1]) Graf zu Solms-Laubach, Jahrbücher f. wiss. Bot. VI, 1867/68, S. 509.

[2]) Pearson, H. W., Union of South Afrika. Departement of Agricult. Nr. 40, Pretoria 1913. Ref. Zentralbl. f. Bakt. (II) 46, 1916, S. 540.

[3]) Koch, Entwicklungsgeschichte der Orobanchen, Heidelberg 1887. Beck von Mannagetta, Orobanchaceae in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien IV 3 b, 1891, p. 123.

Nach Weise der echten Schmarotzer keimen die Vertreter der Gattung *Orobanche* nur bei Anwesenheit der Nährwurzeln und bringen es zur Weiterentwicklung nur, wenn solche vorhanden sind. Dabei erhält sich die Keimfähigkeit der Samen sehr lange, nach PASSERINIS Versuchen mindestens bis zum fünften Jahre. Die Keimung erfolgt, gleichviel ob die Samen mit Erde bedeckt sind oder nicht. Die Entwicklung geschieht in verschiedenen Tiefen des Bodens und zu verschiedenen Zeiten, was insofern für den Parasiten günstig ist, als derselbe dadurch verhindert ist, eine Nährwurzel schnell zu erschöpfen, was bei gleichzeitiger Keimung zahlreicher Samen der Fall wäre. Der kleine, im Endosperm eingehüllte Embryo der Orobanchen besitzt keine Cotyledonen und keine Plumula; er bildet ein etwa eirundes Körperchen, das sich durch Neubildung und Streckung der Zellen fadenartig verlängert. Bei der Keimung wächst zunächst die haubenlose Wurzelhälfte hervor, und aus dieser entwickelt sich nun der dünne, fadenförmige Keimling, der nicht über 2 mm lang ist. Das eigentliche obere (plumulare) Ende des kleinen Embryos, das gar keine morphologische Gliederung besitzt, bleibt im Sameneiweiß stecken. Das fadenförmige Keimgebilde zeigt, solange es noch außerhalb der Nährwurzel ist, mit seiner epidermal abgeschlossenen Spitze wellenförmige Biegungen. Wird die Nährwurzel erreicht, so erfolgt der Eintritt, der durch papillöse Auswüchse der Epidermis des Parasiten angebahnt wird. Alsbald sieht man ein Stück des fädigen Keimgebildes in der Rinde der wenig gestörten Nährwurzel; dasselbe dringt nun in die Mitte der Wurzel oder streift auch bloß deren Gefäßstrang, um zwischen ihm und dem Weichbast hindurchzugehen und mit dem Eintreten in die der ersten Eingangsstelle des Schmarotzers entgegengesetzte Rindenpartie zu endigen. Es vollzieht sich dabei stets eine organische Verschmelzung der Zellen des Parasiten mit den Gefäß- und Weichbastelementen der Nährwurzel.

Infolge dieser Verschmelzung fängt das Keimgebilde an, sich zu verdicken, und wird innerhalb der Nährwurzel zum primären Haustorium; die Epidermis des außerhalb gelegenen Teiles verkorkt. Die nach innen gewendete Spitze des Haustorialkegels sendet nun ihre Zellen reihenweis in das Gefäßbündel oder die Rinde des Wirtes. Bei den stärkeren Nährwurzeln stellt sich, von der Cambiumzone ausgehend, durch den Reiz des Parasiten, eine sehr starke Zellvermehrung ein, die unter Emporhebung der Wurzelrinde zu einem scheidenförmigen, durch Cambium sich verdickenden Ringwulst um den äußeren Teil des Parasiten sich ausbildet. Die aus dieser Cambiumzone hervorgehenden nach innen gewendeten Elemente bilden sich, besonders da, wo sie an gleichartige Zellen des Schmarotzers stoßen, zu Tracheïden aus und stellen auf diese Weise die tracheale Verbindung des Haustoriums mit dem Gefäßbündel der Nährwurzel her. Nach außen bildet der Cambiumring nur Weichbast und lockeres Parenchym, dessen verkorkende Außenlagen, wie es scheint, nach und nach abgestoßen werden.

Jetzt fängt auch das Haustorium an, Wucherungen in die Nährwurzelscheide zu treiben, indem es aus seinem dickeren, peripherisch gelegenen Teile keilförmige, dem Hauptkörper ähnlich gebaute Auswüchse aussendet, so daß der junge Parasit das Aussehen eines Backenzahnes gewinnt, wobei die Zahnwurzeln in der Achsenwucherung der Nährwurzel eingelassen ruhen.

Sobald ein Teil des Keimfadens der Orobanche in die Nährwurzel eingedrungen ist und zum Haustorium ausgebildet wird, entwickelt sich von dem außerhalb der Wirtsflanze verbliebenen Teile nun, bevor noch die Haustorialbildung fertig ist, etwa ein Fünftel zu einer knolligen, dem Haustorium direkt aufsitzenden Bildung, welche zum Erzeuger der Stamm- und Wurzelvegetationspunkte des Schmarotzers wird. Aus dieser knolligen Anschwellung entstehen nämlich sowohl die oberirdischen Achsen als auch die sekundären Saugapparate, welche neue Nährwurzeln, also auch solche benachbarter Pflanzen ergreifen können.

Der übrige Teil des Keimfadens, der dem Samen das gesamte Reservematerial entzogen hat und nicht zu der erwähnten Knollenbildung verbraucht worden ist, vertrocknet in den meisten Fällen; manchmal allerdings entwickelt er sich zu sekundären Knollen. Dadurch bekommt die Knolle des Parasiten einen freien Gipfel, und an diesem enstehen endogen die Stammvegetationspunkte, deren Zahl von der Kräftigkeit der Nährwurzel abhängt. Gleichzeitig mit dem ersten Stammvegetationspunkte entwickeln sich auch die Wurzeln der Orobanchen, welche in sehr bedeutender Menge an dem unteren, dem primären Haustorium ansitzenden Teile der Knolle entstehen, ja diesen Teil geradezu vollständig bedecken und oft noch an dem oberen Teile, also bis zur Basis des jungen Sprosses gefunden werden.

Die Wurzeln werden oberflächlich (meist in der zweiten oder dritten Zellenreihe der Knolle) und vollkommen unabhängig von dem trachealen System des Mutterorgans angelegt. Die Bildungsweise entspricht also ebensowenig wie die der Stammvegetationspunkte dem dikotylen Entwicklungstypus. Das scharf ausgeprägte Dermatogen entbehrt jeder auf eine Wurzelhaube hindeutenden Teilung. Bricht die junge Wurzel aus der Knolle heraus, so haften an ihrer Spitze, in mehr oder weniger isoliertem, abgestorbenem Zustande die durchstoßenen Zellen der Epidermis und der ersten Rindenlagen des Mutterorgans und bilden auf diese Weise einen Schutz, den sonst die Wurzelhaube gewährt.

Bei Erreichung einer phanerogamen Nährwurzel legt sich die Parasitenwurzel fest an und dringt durch direktes Einwachsen einer Zellengruppe in das Nährgewebe ein.

Die Schnelligkeit der Ausbildung der Parasiten hängt von der Kräftigkeit der Nährpflanzen ab. Unter sehr günstigen Ernährungsbedingungen zeigte sich bei *Phelipaea ramosa*, die vier Wochen nach der Aussaat ins Land gepflanzt worden, schon $2^1/_2$ Monate nach dem Auspflanzen der Eintritt der Blütenperiode; *O. speciosa* braucht 14 Tage länger. Bleiben die Nährpflanzen in Töpfen, so verzögert sich die Blütenperiode um 4—6 Wochen. Spätaussaaten auf *Vicia faba*, die im Kalthause überwinterten, zeigten eine oberirdische Produktion gar nicht; nur bei Untersuchung der Wurzeln fand sich der Parasit nach fünf Monaten in einem Entwicklungsstadium, das er sonst binnen fünf Wochen erreicht.

Die Gattungen *Orobanche* und *Phelipaea*, die für uns in Betracht kommen, umfassen zahlreiche Arten, von denen aber nur wenige auf Kulturpflanzen als schädliche Schmarotzer auftreten. Im allgemeinen sind die Arten auf ganz bestimmte Nährpflanzen beschränkt; indessen kennt man mehrere Fälle, wo das Wachstum auf ganz verschiedenen Wirten erfolgte.

Am bekanntesten und zugleich in unseren Breiten am schädlichsten ist *O. minor*, Kleeteufel genannt, die auf Kleeäckern (*Trifolium pratense*, *medium* u. a.) solche Verheerungen anzurichten vermag, daß der zweite Schnitt des Klees häufig völlig vernichtet wird. Besonders in der Rheinebene und in Thüringen ist der Befall der Felder bisweilen so stark, daß auf einem Quadratfuß ein bis fünf Exemplare beobachtet worden sind. Wenn man bedenkt, daß jede Pflanze etwa 70—90 Kapseln, mit je etwa 1500 Samenkörnchen hervorbringt, so läßt sich leicht ermessen, daß ein großer Kleeschlag gar wohl von den Orobanchen vollständig vernichtet werden kann. Die Art ist auch auf *Dipsacus fullonum*, *Daucus*, Serradella usw. beobachtet worden, scheint aber darauf weniger Schaden anzustiften. Die Blütezeit des Parasiten fällt in den Juni und Juli, zuweilen findet im August noch eine zweite Blüte statt.

Auch *O. elatior*. Sutt. kann, wie Wüst[1]) beobachtete, in Feldern von *Trifolium pratense* große Verheerungen anrichten.

Zur Bekämpfung des Kleeteufels wird[2]) kräftige Düngung mit kali- und phosphorsäurehaltigen Mitteln empfohlen.

O. rubens wächst auf der Luzerne und blüht im Mai und Juni. Ebenfalls auf Leguminosen kommen *O. gracilis* und *speciosa* vor, erstere namentlich auf Esparsette, letztere auf Erbsen, Linsen, Lupinen usw. Auf *Daucus carota* wachsen gelegentlich *O. picridis*, die auf *Picris hieracioides*, und *O. amethystea*, die sonst auf *Eryngium campestre* zu finden sind. *O. hederae* schmarotzt auf Efeu, gelegentlich aber auch auf *Conyza* und *Pelargonium*. *O. crenata* verwüstet Saubohnenkulturen in Lybien.

Von der Gattung *Phelipaea* wäre als die schädlichste Art *Ph. ramosa*, der Hanftod, zu nennen. Die Pflanze wird nur 10—30 cm hoch und entwickelt von Juni bis August ihre bläulichen oder auch weißen Blüten. Sie ist einjährig und kommt außer auf Hanf auch auf Tabak und Nachtschatten vor und kann nur durch Jäten vor der Samenreife bekämpft werden. Wenn erst reifende Kapseln mit geerntet werden, ist, wenigstens in Tabak bauenden Distrikten, kein Tabaksamen von befallenen Feldern zur Aussaat zu verwenden, da bei der schweren Trennung der Samen sicher der Schmarotzer wieder mit ausgesät werden dürfte. Wenn das Jäten vernachlässigt worden ist und nach der Ernte noch die samentragenden Pflanzen stehen, dann dürfte es ratsamer erscheinen, die Pflanzen unberührt zu lassen und die Stellen abzubrennen, da durch die Berührung die reifen Samen ausgeschüttelt werden.

Nach Baillon hat in mehreren persischen Provinzen im Jahre 1879 die ebenfalls bläulich blühende *Phelipaea aegyptiaca* in den Melonenpflanzungen außerordentlichen Schaden angerichtet. Dieser Schmarotzer, der auch in Syrien und Armenien sowie in Tunis vorkommt, befällt nicht bloß die Cucurbitaceen, sondern auch *Brassica* und andere Cruciferen, die Baumwollenstaude u. a. Endlich wäre noch *Ph. coerulea* auf *Achillea millefolium* zu erwähnen, die im Juni und Juli ihre amethystfarbenen Blüten entfaltet.

Zur Bekämpfung der Orobanchen empfiehlt es sich vor allen Dingen, die Samenentwicklung zu verhindern, da die neue Triebbildung aus der Knolle kaum in Betracht kommt gegenüber der ungeheueren Produktion an Samenkörnern. Am besten schneidet man daher die noch nicht

---

[1]) Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 1911, S. 29.

[2]) Hiltner, Prakt. Bl. 1916, S. 76.

fruchtenden Stengel ab. Das wird sich in den meisten Fällen leicht erreichen lassen, da gewöhnlich bei geringerem Befall die Pflanzen nur in wenig ausgedehnten Herden zusammenstehen. Kann, wie etwa beim Kleeteufel, die Samenproduktion nicht verhindert werden, so muß das Feld tief abgebrochen werden und darf mehrere Jahre lang nicht mit Klee bestellt werden.

Einen Bekämpfungsversuch von anderen Gesichtspunkten aus hat H. Garman[1]) unternommen. Da die Samen von *Phelipaea ramosa* im Boden ihre Keimkraft erst nach etwa 13 Jahren verlieren, so dürfte es besser sein, die Samen bereits vor ihrem Einbringen in den Acker abzutöten. Er behandelt deshalb die Samen von Hanf, Tabak, Tomaten, Turnips, Baumwolle usw. mit einer Lösung von 2,4 kg Kupfervitriol in 100 l Wasser fünf Minuten lang oder mit Wasser von 60° etwa zehn Minuten lang. Durch diese Bäder sollen die Orobanchesamen abgetötet werden, während die anderen Samen nicht leiden.

---

[1]) The Broom-Rapes in Agric. Exp. Stat. Kentucky Bull. n. 105, 1903.

Fünfter Abschnitt.

Die Bekämpfung und Verhütung der durch Pilze verursachten Pflanzenkrankheiten.

Von E. Köhler.

Im vorliegenden Abschnitt, der eine Teildisziplin des Pflanzenschutzes zum Gegenstand hat, wird versucht, in knappen Umrissen die Methoden zur Darstellung zu bringen, die bei der Bekämpfung und Verhütung der Pilzkrankheiten in Anwendung gekommen sind, ferner dasjenige mitzuteilen, was zu einem Verständnis dieser Methoden angeführt werden kann. In vielen Stücken sind wir ja leider von einem solchen Verständnis noch weit entfernt, da uns ein Einblick in wichtige Zusammenhänge noch versagt ist. Es mag beiläufig an das Immunitätsproblem erinnert werden, um nur eine der brennendsten Fragen zu berühren. Was im folgenden nicht erwartet werden darf, ist, eine Anleitung für den praktischen Gebrauch des Pflanzenschutztechnikers zu finden. Bei der Abfassung waren nicht in erster Linie die Gesichtspunkte des Pflanzenschutzdienstes maßgebend, sondern diejenigen der Pflanzenschutzforschung, soweit sie ein Teil der angewandten Botanik ist.

Die wichtigste Literatur über den Gegenstand ist in der allgemeinen Pflanzenschutzliteratur enthalten:

Kühn, Die Krankheiten der Naturgewächse, Berlin 1859.

von Tubeuf, Pflanzenkrankheiten, Berlin 1895.

O. Kirchner, die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, 2. Aufl., Stuttgart 1906.

L. Hiltner, Pflanzenschutz nach Monaten geordnet, Stuttgart 1909.

Hollrung, Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten, Berlin 1914.

E. Riehm, Die Krankheiten d. landw. Kulturpflanzen, 2. Aufl., Berlin 1922.

Weiteres in der periodischen Literatur: Zentralblatt f. Bakteriologie, 2. Abteilung. — Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten. — Jahresber. der Vereinigung f. angewandte Botanik. — Die Angewandte Botanik. — Praktische Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz bis 1920. — Nachrichtenblatt f. den Deutschen Pflanzenschutzdienst. — Arbeiten, Mitteilungen u. Flugblätter der Biologischen Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft. — Hollrungs Jahresbericht über das Gebiet der Pflanzenkrankheiten (bis 1913).

Gliederung.

Zum Zustandekommen einer parasitären Erkrankung müssen, wie schon in der allgemeinen Einleitung (Bd. I) hervorgehoben worden ist, zwei Voraussetzungen erfüllt sein. Nicht nur das Zusammentreffen von Parasit und Wirtspflanze ist notwendig, auch ein entsprechender Zustand des Nährsubstrates, der Grad der Empfänglichkeit der Wirtspflanze, ihre „Disposition" ist von ausschlaggebender Bedeutung. Die Bekämpfungsmaßnahmen können sich demgemäß in zwei verschiedenen Richtungen bewegen: Entweder man geht darauf aus, den Erreger nach Möglichkeit auszutilgen bzw. von der gefährdeten Pflanze fernzuhalten, oder aber man sucht die Widerstandsfähigkeit der gefährdeten Pflanze zu erhöhen, man erstrebt die Herstellung widerstandsfähiger Individuen bzw. Sorten. Im einzelnen Fall wird Erfahrung und Überlegung ergeben, welche Bekämpfungsart den Vorzug verdient, oder ob etwa beide Wege der Bekämpfung gleichzeitig beschritten werden sollen.

Nach dem Vorstehenden gliedert sich der zu behandelnde Stoff in zwei Teile, wie aus folgender Übersicht zu ersehen ist.

I. Maßnahmen zur Bekämpfung des Erregers.

a) Chemisch und physikalisch wirkende Mittel.

Es kann nicht die Aufgabe dieser zusammenfassenden, mehr theoretisch gerichteten Ausführungen sein, eine eingehende Beschreibung und Beurteilung der großen Zahl von „Fungiziden" zu geben, die von Wissenschaft und Praxis mit Recht oder Unrecht empfohlen worden sind. Wir werden uns darauf beschränken müssen, die wichtigsten Mittel, in erster Linie solche, die in der Praxis eine ausgedehntere Verwendung gefunden haben, anzuführen. So wird sich am besten eine Vorstellung von dem gegenwärtigen Stand der Bekämpfungstechnik vermitteln lassen.

Was die Art der Anwendung der wirksamen Mittel anbelangt, so kann man Beizen, Spritzen und Streuen unterscheiden. Zweck der Behandlung ist, die erkrankten oder gefährdeten Pflanzen entweder von anhaftenden Parasiten und deren Keimen zu befreien oder aber vor der Gefahr einer Infektion dadurch zu schützen, daß man sie mit einer Substanz behaftet, die, wenn sie auf den Erreger nicht immer als

Gift wirkt, doch die Wirkung hat, daß sie die für das Zustandekommen einer Infektion notwendigen Wechselwirkungen zwischen Wirt und Parasit stört.

Chemisch und physikalisch wirkende Mittel finden außerdem Verwendung zum Zweck der Abtötung der im Boden befindlichen krankheitserregenden Organismen, der Bodendesinfektion bzw. -sterilisation.

1. Das Beizen.

Mit dem Beizen des Saatgutes[1]) verfolgt man den Zweck, die jungen Keimpflanzen vor der Gefahr einer parasitären Erkrankung zu schützen. Eine solche droht vielfach von den Keimen parasitärer Pilze, die dem Saatgut mehr oder weniger innig anhaften. Man geht also darauf aus, diese Keime abzutöten oder wenigstens zu inaktivieren, indem man Chemikalien oder hohe Temperaturen auf das Saatgut einwirken läßt. Geht man mit der entsprechenden Vorsicht zu Werke, so gelingt dies, ohne daß das Saatgut selbst unter der Behandlung leidet. Eine günstige Nachwirkung der Beizbehandlung läßt sich vielfach darauf zurückführen, daß die mit den fungiziden Stoffen behaftete Saat gegen Angriffe von im Boden befindlichen Parasiten mehr oder weniger nachhaltig immunisiert ist; ferner auf direkte physiologische Einflüsse noch ungeklärter Art, die man als „Reizwirkungen" auffaßt. Es dürfte sich dabei im wesentlichen um Beeinflussungen der enzymatischen Prozesse, die bei der Keimung eine so ausschlaggebende Rolle spielen, handeln.

Schon im Altertum hatte man erkannt, daß sich die Gesundheit der Kulturpflanzen durch Beizen des Saatgutes fördern läßt. Die von Plinius im 18. Buche seiner Naturgeschichte aufgezählten Maßnahmen waren jedoch sehr mangelhafter Art, da sie sich auf eine ungenügende Kenntnis der Naturvorgänge stützten. Mit dem Niedergang der antiken Kultur gingen auch diese ersten Ansätze verloren, und erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts, zugleich mit dem Aufblühen der biologischen Wissenschaften, wurden die Zusammenhänge aufgedeckt, die zwischen Pflanzenerkrankung und Saatgutbeschaffenheit bestehen.

In neuester Zeit hat die Beizung des Saatgetreides, vorzüglich zur Bekämpfung verschiedener Brandkrankheiten, des Schneeschimmels (Fusarium) und der Streifenkrankheit, in der landwirtschaftlichen Praxis große Verbreitung gefunden. In Württemberg und Braunschweig ist das Beizen des Weizens gegen Steinbrand seit dem Jahre 1907 zwangsweise durch Landesgesetz eingeführt. In Württemberg sind die Gemeinden verpflichtet, Einrichtungen für das Beizen mit Formaldehyd zu treffen, das von geschulten Beizmeistern ausgeführt wird.

Seit man auf die große wirtschaftliche Bedeutung des Beizens aufmerksam geworden ist, wird namentlich von seiten der chemischen Industrie eifrig an der Herstellung neuer Mittel gearbeitet. So hat sich bald das Bedürfnis herausgestellt, eine objektive Prüfung der alten und neuen Mittel vorzunehmen. Dieser Aufgabe hat sich der deutsche Pflanzenschutzdienst unterzogen. Da „das Ergebnis eines einzigen Versuchs in einem einzigen Jahr kein endgültiges Urteil über den Wert eines Pflanzenschutzmittels erlaubt, weil die Wirkung eines Mittels nicht nur von seiner chemischen Zusammensetzung, sondern auch von

---

[1]) Hollrung, Die krankhaften Zustände des Saatgutes, S. 1—352. Kühn-Archiv, VIII, Berlin 1919. Daselbst ausführliche Literaturangaben.

der Anwendungsform und in vielen Fällen auch von den Boden- und Witterungsverhältnissen abhängt"[1]), werden nur die als endgültig anzusehenden Ergebnisse veröffentlicht[2]).

Eine gewisse Hemmung für die Praxis bedeutet es, daß die Erreger der verschiedenen Krankheiten hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegen die Einwirkungen der Beizmittel oft außerordentliche Verschiedenheiten an den Tag legen. Ein Universalbeizmittel gibt es nicht. Während man gewissen Krankheiten auf einfachem Wege mit verhältnismäßig geringem Aufwand beikommen kann, zeigen sich andere sehr hartnäckig und können nur unter Zuhilfenahme umständlicher Verfahren wirksam bekämpft werden.

Feuchte Hitze.

Eines der ältesten Verfahren beruht auf der Anwendung von heißem Wasser. Die sogenannte Heißwasserbeize wurde zuerst von Jensen[3]) angegeben und für die Praxis ausgearbeitet. Später haben Herzberg, Kirchner, Klebahn, Erikson, Appel u. a. die Methode geprüft und verschiedentlich abgeändert. Die ursprüngliche Methode eignet sich zur Abtötung äußerlich anhaftender Brandkeime von

Stein- oder Stinkbrand des Weizens (*Tilletia caries*),
Flugbrand des Hafers (*Ustilago avenae*),
Hartbrand der Gerste (*Ustilago hordei tecta*),
Roggenstengelbrand (*Urocystis occulta*).

Das Verfahren ist sehr umständlich und kommt für kleine Betriebe kaum in Frage. Größere Betriebe können sich bewährter maschineller Einrichtungen bedienen. Als solche kommen in Betracht der Beizapparat von Appel-Gassner sowie der nach Schander abgeänderte Ventzkische Viehfutter-Schnelldämpfer. Die Bekämpfung der oben angeführten Krankheiten mit Hilfe der Heißwasserbehandlung hat in den letzten Jahren an praktischer Bedeutung stark eingebüßt, da, wie wir sehen werden, die Anwendung gewisser chemischer Mittel einfacher ist und mindestens ebenso sicher zum Ziele führt.

Der Einwirkung solcher chemischer Mittel blieben indessen bis jetzt unzugänglich: die Flugbrandarten des Weizens und der Gerste. Denn hier kommt es darauf an, die innerlich mit Brandkeimen behafteten Körner zu desinfizieren. Zur Bekämpfung dieser Krankheiten führt die nach Appel und Riehm[4]) „abgeänderte Heißwasserbeize" zum Ziel. Der Gedankengang, der zur Ausarbeitung dieses Verfahrens geführt hat, ist der folgende: Durch das Vorquellen in Wasser wird das im Innern des Getreidekornes geborgene, im Ruhezustand befindliche Pilzmyzel zu aktivem Leben erweckt und damit gegen die Hitze empfindlicher gemacht als das Korn. Setzt man also die Körner nach dem Vorquellen entsprechenden Hitzegraden aus, indem man sie in heißes Wasser eintaucht oder mit heißer Luft behandelt, so werden die Teile des Pilzes abgetötet, wo-

---

[1]) Riehm, Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Jahre 1919. Mitt. d. Biolog. Reichsanstalt, Berlin 1920.

[2]) Nachrichtenblatt f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst. 1. Jahrg., 1921, Nr. 3.

[3]) Jensen, Neue Untersuchungen u. Versuche über den Brand von Getreidearten, Kopenhagen 1887.

[4]) Appel und Riehm, Arb. a. d. kais. biolog. Anstalt, VIII, 1911. Dieselben, Flugblatt Nr. 48 der Biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft.

gegen die Körner unbeschädigt bleiben. Als für kleine Betriebe geeignet bringen die Verfasser folgende Vorschrift:

„A. Vorbehandlung. In einem größeren Faß mischt man heißes Wasser mit kaltem, bis man Wasser von 30° hat; vor dem Ablesen der Temperatur muß das Wasser gut durchgerührt sein. Zur Messung der Temperaturen darf man keinesfalls Zimmer- oder Badethermometer benutzen, da diese in den meisten Fällen nicht genau genug sind. Das Getreide wird nun in derbe, aber gut durchlässige Säcke gefüllt; die Säcke dürfen nur etwa bis zu drei Viertel angefüllt werden. Darauf werden die Säcke mit dem Saatgut in das Wasser von 30° eingestellt und einige Male auf und ab getaucht, damit die zwischen den Körnern sitzende Luft verdrängt wird; das Wasser muß wenigstens eine Hand breit über dem Getreide stehen. Das Getreide bleibt vier Stunden lang im Wasser stehen. Die Temperatur wird während dieser Zeit sinken, sollte die Temperatur des Wassers längere Zeit unter 20° gesunken sein oder aus irgendwelchen Gründen ein Vorquellen in gewöhnlichem Wasser von etwa 10° vorgezogen werden, so muß man das Saatgut länger als vier Stunden quellen lassen."

„B. Hauptbehandlung (die einfache Tauchmethode ohne Benützung eines Apparates). Außer dem Faß für das Vorquellen braucht man noch zwei Fässer, die so groß sind, daß zwei oder drei Sack Getreide hineingestellt werden können. In dem ersten Faß werden heißes und kaltes Wasser gemischt, bis eine Temperatur von 45° erreicht ist. In dieses Wasser stellt man die Säcke mit dem vorgequollenen Getreide. Die Säcke werden einige Male auf und nieder getaucht und dann sofort, spätestens nach 25 Minuten in das dritte Faß gebracht, welches Wasser von 54° enthalten muß. Sollte die Temperatur beim Eintauchen der Säcke unter 50° sinken, was jedoch meist nicht der Fall sein wird, so muß sehr vorsichtig etwas heißes Wasser zugefügt werden, bis das Wasser wieder 52° hat. In diesem Faß bleiben die Säcke genau 10 Minuten; dann wird das Getreide herausgehoben und sofort auf einem trockenen Platz dünn ausgeschüttet. Sollte ein solcher Platz nicht in nächster Nähe der Warmwasserbehälter sein, so muß vor dem Ausbreiten das Getreide durch Übergießen mit kaltem Wasser abgeschreckt werden, damit es nicht schimmelig wird und seine Keimfähigkeit verliert. Bei Sonnenschein schüttet man es am besten auf eine im Freien ausgebreitete Plane, wo es, bei häufigem Wenden, in einigen Stunden saatfertig wird. Sobald das Saatgut so weit trocken ist, daß es gut durch die Drillmaschine läuft, kann man mit der Saat beginnen. Das Saatquantum muß etwas reichlicher gewählt werden, weil die noch etwas Feuchtigkeit haltenden Körner größer sind als ganz trockene und daher etwas spärlicher ausfallen."

Außer dieser Methode stehen größeren Betrieben unter Benutzung besonders konstruierter Apparate[1]) noch andere Wege offen. Diese sind: die Tauchmethode mit dem nach Schander abgeänderten Ventzkischen Viehfutter-Schnelldämpfer, dann die Durchströmungsmethode mit dem Apparat Appel-Gassner, ferner zweckmäßig eingerichtete Heißwassereinrichtungen für Saatzüchtereien und andere Großbetriebe und schließlich das Heißluftverfahren.

---

[1]) Näheres bei Riehm, Beizeinrichtungen und Beizapparate. Mitteilungen der Deutsch. Landwirtsch. Gesellsch. 1921, S. 129.

Ferner wird noch das „Dauerbad“ empfohlen. Dabei bleibt das Getreide 8 Stunden in Wasser von 40°. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die angegebene Literatur verwiesen.

Ein großer Mangel des Heißwasserverfahrens besteht darin, daß die vorgeschriebenen Temperaturen peinlich genau eingehalten werden müssen. Dies erfordert einige Übung und Gewandtheit, und so kommt es, daß sich kleinere Betriebe mit dem Verfahren nicht befreunden konnten. Die Anschaffung teuerer Apparate, die ein bequemeres Arbeiten gestatten, kommt für solche Betriebe kaum in Frage. Zusammenschluß zu Beizgenossenschaften hilft diese Schwierigkeit glücklich überwinden.

Wir wenden uns nun der Beschreibung chemisch wirkender Beizmittel zu: Je nach der Anwendung unterscheidet man das Benetzungs- und Tauchverfahren. Das erstere ist sparsamer und in vielen Fällen vollkommen ausreichend, das letztere umständlicher und meist wirksamer.

Kupfervitriol.

Die Erfahrung, daß geringe Kupfermengen[1]) stark lähmend auf die Lebensvorgänge einwirken, war schon lange gemacht, bevor man auf den Gedanken kam, sie zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten zu verwenden. Schon PRÉVOST beobachtete im Jahre 1807, daß Brandsporen in Wasser, das in einem kupfernen Gefäß abgekocht worden war, die Fähigkeit zum Auskeimen verloren. In einer Kupfersulfatlösung von 1:400000 unterblieb die Keimung der Brandsporen ebenfalls. Diese Beobachtung geriet lange in Vergessenheit. KÜHN gebührt das Verdienst, die Ergebnisse der Forschung der Praxis als Erster nutzbar gemacht zu haben. Er vervollständigte die Untersuchungen PRÉVOST's, indem er die Einwirkung noch anderer Substanzen auf die Keimfähigkeit der Brandsporen prüfte, und gründete darauf sein berühmt gewordenes Beizverfahren mit Kupfervitriol gegen den Steinbrand des Weizens. KÜHN[2]) stellte damals schon (1859) die Forderung auf, daß das Einweichen des Saatweizens in verdünnter Kupfersulfatlösung allen Weizenanbauern von seiten der Behörden zur Pflicht gemacht werden müsse. Seine aus dem Jahre 1872 stammende abgeänderte Vorschrift ist heute noch in Gebrauch. Sie lautet:

a)	Kupfervitriol	1/2 kg,
	Wasser	100 l,
b)	gebrannter Kalk	6 kg,
	Wasser	110 l.

Das in einem Holzbottich befindliche Saatgut ist mit so viel Kupfervitriollösung zu überschütten, bis letztere 1–2 Hände hoch über demselben steht. Dauer der Einbeizung 12—16 Stunden. Die aus der Beizflüssigkeit entfernte Saat ist unmittelbar danach auf dem Haufen mit der Kalkmilch zu versetzen und 5 Minuten lang mit dieser durcheinanderzustechen. Alsdann wird das Getreide in möglichst dünner Schicht zu raschem Trocknen ausgebreitet.

Das Verfahren vermag unter gewissen Voraussetzungen zweifellos ausgezeichnet zu wirken, erreicht aber, besonders was die Sicherheit der

---

[1]) Literatur bei TSCHIRCH, Das Kupfer. Stuttgart 1893.

[2]) KÜHN, Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung Berlin 1859.

Wirkung anbetrifft, bei weitem nicht die neuerdings erprobten Quecksilberpräparate.

Die Kupfervitriolbeize findet Anwendung gegen

Weizensteinbrand,
Haferflugbrand,
Gerstenhartbrand,
Roggenstengelbrand.

Die Wirkung des Kupfervitriols beruht nach den Feststellungen von HECKE[1]) und später von VOLKART[2]) darauf, daß das Kupfer in der Sporenwand der Brandpilze gespeichert wird. Nach VOLKART handelt es sich dabei um einen Adsorptionsvorgang. Solange die Sporenmembran das Kupfer enthält, ist die Spore inaktiviert und keimt nicht. Erst in der Erde findet ein allmähliches Auslaugen des Kupfers statt, und die Spore wird wieder keimfähig. Treten kurz nach der Aussaat starke Niederschläge ein, so kann dadurch die Wirkung der Beize wesentlich beeinträchtigt werden, da das Kupfer dann ausgewaschen wird. Die Entwicklung der Keimpflanze erreicht dann einen weniger großen Vorsprung vor der Sporenkeimung. Ferner hat die bei der Beizung notwendige lange Einweichung zur Folge, daß die Körner große Mengen Wasser aufnehmen, und die Schwierigkeit besteht darin, das Getreide so weit zu trocknen, daß es zur Saat verwendet werden kann. Dies kann unter Umständen zu erheblichen Übelständen führen, namentlich wenn Trockenapparate fehlen und feuchtes Wetter eintritt. Auch scheint die lange Dauer des Einweichens den Gesamtertrag der Ernte nachteilig zu beeinflussen. Ein anderer ebenfalls schwerwiegender Umstand, der zu gelegentlichen Mißerfolgen führen kann, ist, daß das Kupfervitriol die Keimfähigkeit der Körner ernstlich zu schädigen vermag, nämlich dann, wenn die Fruchtschale über dem Keimling verletzt ist. Ist die Schale infolge besonderer Witterungsverhältnisse (Frühreife) nicht kräftig ausgebildet[3]), so tritt vielfach beim Dreschen mit der Maschine eine solche Beschädigung der Fruchtschale ein, was zur Folge hat, daß das Kupfervitriol beim Beizen durch die Fruchtschale eindringt und die Keimwürzelchen zum Absterben bringt.

Ein Verfahren, um das Auskeimen äußerlich am Korn haftender Brandsporen zu verhindern, hat VON TUBEUF[4]) erprobt und empfohlen. Es handelt sich dabei um eine Immunisierung der Körner durch Schutzhüllen aus Kupferkalk. Zur Bekrustung wird das in einen eng geflochtenen Weidenkorb gebrachte Saatgut in einem Bottich, der eine gewöhnliche zweiprozentige Kupferkalkbrühe[5]) enthält, mehrmals eingetaucht. Schon nach kurz währender Behandlung bekommt das Getreide einen Überzug aus Kupferkalk und wird alsdann zum Trocknen, das rasch vor sich gehen soll, ausgebreitet. Das getrocknete Getreide ist saatfertig.

---

1) HECKE, Zeitschr. f. Versuchwesen in Österreich, V, 1902, S. 933.

2) VOLKART, Landwirtsch. Jahrb. der Schweiz, XX, 1906, S. 445.

3) LANG, Wochenblatt f. Landwirtschaft, XV, 1912.

4) v TUBEUF, Die Brandkrankheiten des Getreides, Stuttgart 1910.

5) Zusammensetzung siehe weiter unten unter Spritzmitteln.

Quecksilberverbindungen.

Als wesentlicher Fortschritt darf die Einführung von Quecksilberverbindungen zum Beizen betrachtet werden. Es ist zuerst HILTNER[1]) gelungen, mit Fusarium behaftete Roggenkörner auf einfache Weise durch Eintauchen in schwache Sublimatlösungen zu desinfizieren. Im Verlauf fortgesetzter Versuche hat sich dann erwiesen, daß durch sublimathaltige Flüssigkeiten, vielfach in Verbindung mit anderen Stoffen, noch andere dem Saatgut gefährliche parasitäre Pilze mit bestem Erfolg bekämpft werden können. Eine Sublimatlösung 1 : 1000 erwies sich als sehr wirksam gegen das durch den Schneeschimmel (Fusarium) häufig verursachte Auswintern des Roggens. Um die richtige Verdünnung des Sublimats bei der Zubereitung der Beize zu gewährleisten, wurde von der Bayerischen Anstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in München ein Sublimatpräparat „Fusariol" bzw. „Roggenfusariol" eingeführt (hergestellt und vertrieben durch die Chemische Fabrik W. C. Fikentscher, Marktredwitz in Bayern), ein grünlich-graues Pulver, das in Wasser aufzulösen ist.

Sehr wirksam gegen Fusarium ist auch das Präparat „Uspulun", wenn es in der gleichen Stärke wie Fusariol zur Anwendung gelangt. Uspulun wird von den Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co. in Leverkusen in den Handel gebracht. Die wirksame darin enthaltene Substanz ist Chlorphenolquecksilber, das mit Ätznatron und Natriumsulfat gemischt ist[2]).

Gegen den Steinbrand des Weizens hat sich am besten das „Weizenfusariol" (HILTNER) bewährt. Es besteht in der Hauptsache aus gewöhnlichem Fusariol, dem Kupfervitriol zugesetzt ist. Am nächsten kommt ihm in der Wirkung das „Sublimoform" (HILTNER).

Befriedigend wirkt auch noch Uspulun in 0,5%iger Lösung im Tauchverfahren, unbefriedigend wirkt das gewöhnliche Fusariol. (Über die ausgezeichnete Wirkung des Formaldehyds gegen Steinbrand wird an anderer Stelle zu sprechen sein.) Auch die neuen Mittel „Germisan" und „Fusafine" sind zu empfehlen. Wendet man alle die angeführten Mittel — mit Ausnahme des Uspulun, das nur im Tauchverfahren wirkt — im Benetzungsverfahren an, so muß der Weizen vorher gewaschen werden. Es ist wichtig, darauf zu achten, daß sich keine Brandbutten (Brandkörner) mehr im Saatgut befinden. Diese sind vor dem Beizen zu entfernen, da die darin enthaltenen Brandsporenmassen gegen die Einwirkung der Beize geschützt sind und die Gefahr besteht, daß die Butten, wenn sie in der Drillmaschine zerdrückt werden, ihre Sporen in das gebeizte Saatgut ausstreuen. Eine Entfernung der Butten gelingt leicht durch vorsichtiges Aufschwemmen des Saatgutes in Wasser. Da die Butten leichter sind als die gesunden Körner, steigen sie an die Wasseroberfläche und lassen sich ohne Schwierigkeit abschöpfen. Die Butten lassen sich auch auf trockenem Wege entfernen. Der Apparat Aschenbrödel von F. H. Schule in Hamburg soll sich nach den Angaben von WITTMACK[3]) hierfür gut eignen.

---

[1]) HILTNER, Über die Beizung des Winterroggens mit Fusariol, Stuttgart 1915; Derselbe in Praktische Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, Jahrgänge seit 1915.

[2]) Gebrauchsanweisungen sind den Packungen der Mittel beigegeben.

[3]) WITTMACK, Aussprache im Anschluß an den Vortrag von RIEHM. Mitteil. d. Deutsch. Landwirtsch. Ges. 1921, S. 129.

Gegen die Streifenkrankheit der Gerste steht das Uspulun infolge seiner spezifischen, außerordentlich günstigen Wirkung an erster Stelle (Tauchverfahren). Bei starkem Befall wird dieses Mittel nach den an drei verschiedenen Orten ausgeführten Versuchen von Müller, Molz und Schröder 1919/20[1]) noch übertroffen von einem Präparat der Saccharinfabrik in Magdeburg-Südost (Fahlberg-List), das die vorläufige Herstellungsbezeichnung Ko.· 6 führt und neuerdings unter der Bezeichnung Germisan auf den Markt gekommen ist.

Uspulun wurde ferner als allgemeines Beizmittel für Gemüsesamen empfohlen. Ferner hat Hiltner die günstige Wirkung des Fusariols festgestellt auf Saatgut von Hanf, Sonnenblume, Buchweizen, Mais, Hirse, Mohn. Dabei äußerte das Mittel eine günstige Nebenwirkung, „die allem Anschein nach auf Beeinflussung von Bodenorganismen zurückzuführen ist".

Ein Nachteil der quecksilberhaltigen Mittel ist, daß sie ziemlich giftig sind. Das damit gebeizte Getreide läßt sich für menschliche Ernährung nicht mehr verwenden. Zur Verfütterung ist es nach sorgfältigem Waschen oft noch geeignet. Auch beim Beizen selbst ist mit einiger Vorsicht zu verfahren.

Auch an Versuchen, mit Schorf (im weitesten Sinn) behaftete Saatkartoffeln zu beizen, hat es nicht gefehlt. Als wirksamstes Mittel erwiesen sich Sublimatlösungen verschiedener Stärke. Quanjer[2]) benützte mit Erfolg eine Sublimatlösung 1 : 1500, in welche die Kartoffeln 1½ Stunden lang eingetaucht wurden. Die Beize war gegen gewöhnlichen Schorf erfolglos, wenn die Kartoffeln auf stark verseuchtem Moorboden angepflanzt wurden, auf nicht infiziertem Lehmboden dagegen erreichte Quanjer eine Steigerung des Marktwertes der Ernte um 49 %, auf leicht infiziertem Sandboden um 29 %. Gegen Rhizoctonia hatte die Beize nur Erfolg, wenn die Kartoffeln auf unverseuchtem Lehmboden ausgepflanzt wurden (Steigerung des Ertragwertes um 43 %). Nach Wollenweber[3]) ist das Beizen sehr stark schorfiger Kartoffeln mit Sublimat unwirksam.

Formaldehyd.

Sehr brauchbar und besonders gegen Steinbrand des Weizens viel angewandt ist auch der Formaldehyd. Seine besonderen Vorzüge bestehen darin, daß er so ziemlich das billigste Beizmittel und das damit behandelte Saatgut für Mensch und Vieh ungiftig ist. Genaues Einhalten der Vorschrift ist aber erforderlich, wenn man keinen Mißerfolg erleben will. Die Ausführung der Beizung kann entweder durch Untertauchen oder Benetzung auf einem Haufen erfolgen. Das erstere Verfahren ist sicherer. Dabei wird das Saatgut in die 0,1 %ige Formaldehydlösung gebracht und darin mit einem Holzstab umgerührt bis keine Luftblasen mehr aufsteigen. Das Umrühren ist während der Beizung verschiedene Male zu wiederholen. Die Beizdauer soll 15 bis 20 Minuten betragen. Längere Dauer schädigt die Keimkraft. Am empfindlichsten gegen Überbeizen ist Hafer.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die Keimkraft des gebeizten Saatgutes ist die Behandlung, die es nach der Beizung bis zur Aus-

---

[1]) Müller, Molz u. Schröder, Fühlings landw. Ztg., CXIX, 1920, S. 321.

[2]) Quanjer, Mededeelingen van de Rijks Hoogere Land, Tuin-en Boschbouwschool, Deel IX, 1916, S. 94.

[3]) Wollenweber, Arbeiten d. Forschungsinstituts f. Kartoffelbau, Heft 2, 1920.

saat erfährt. In neuester Zeit haben die Untersuchungen der Amerikanerin A. M. HURD[1]) gezeigt, wie gefährlich eine Formaldehydatmosphäre von bestimmtem Feuchtigkeitsgehalt für das Saatgut ist. Formaldehyddämpfe, die bei weniger als 80% relativer Luftfeuchtigkeit auf das gebeizte Saatgut einwirken, schädigen die Keimkraft. Der höchste Grad der Schädigung liegt ungefähr zwischen 70 und 30% Luftfeuchtigkeit; mit weiterer Abnahme der letzteren nimmt auch die Schädigung wieder ab, um in der wasserdampffreien Formaldehydatmosphäre fast Null zu werden. Man versteht nun die einander widersprechenden Vorschriften, die sich auf die Behandlung nach dem Beizen beziehen. Nach der einen Vorschrift soll das aufgehäufte gebeizte Saatgut mit einem Tuch gut zugedeckt werden. Nach den obigen Auseinandersetzungen wird auf diese Weise zwar ein Herabgehen der Luftfeuchtigkeit auf die schädliche Konzentration verhindert, da aber das Getreide vor der Aussaat doch getrocknet werden muß, ist ein solches „Nachschwitzenlassen“ zum mindesten unnötig. Nach der anderen Vorschrift soll das Getreide sofort nach der Beizung in dünner Schicht ausgebreitet und durch öfteres Wenden rasch zum Trocknen gebracht werden. Durch diese Maßnahme wird für eine rasche Entfernung des Formaldehyds gesorgt. Ein dritter Vorschlag wird von HURD gemacht. Danach soll das Getreide nach der Beize zur Entfernung des Formaldehyds rasch und gründlich mit Wasser gewaschen werden, worauf es ohne Gefahr getrocknet werden kann[2]). Je länger die Formaldehyddämpfe Gelegenheit haben, bei entsprechender Luftfeuchtigkeit auf das Saatgut einzuwirken, um so emfindlicher ist der Schaden. Dies soll nach HURD darauf beruhen, das sich der Formaldehyd in Form von festem Paraformaldehyd auf der Samenschale niederschlägt. Da der Paraformaldehyd die Neigung hat, sich mit der Zeit in Formaldehyddampf umzusetzen, kommt es, daß getrocknetes Saatgut, das Paraformaldehyd enthält, um so mehr geschädigt wird, je länger es gelagert wird. Die Wahrnehmung, daß Paraformaldehyd das Saatgut außerordentlich zu schädigen vermag, hatten schon vorher MÜLLER und MOLZ[3]) gemacht.

Formaldehyd hat sich bewährt zur Bekämpfung von:

Steinbrand des Weizens,	Roggenstengelbrand,
Haferflugbrand,	Ustilago Crameri,
Gerstenhartbrand,	Fusarium.

Schwefelsäure.

Die konzentrierte Schwefelsäure wird nach HILTNER[4]) mit Erfolg zur Beizung der Rübenknäuel als Schutzmaßnahme gegen den durch verschiedene Organismen hervorgerufenen Wurzelbrand der Zucker- und Runkelrübe angewandt. Der von HILTNER angegebenen Anweisung entnehmen wir folgendes: Die Knäuel werden in einem säurefesten

[1]) A. M. HURD, Journal of Agricult. Research. XX, 1920, S. 209.

[2]) Über die Wirkung des Nachspülens mit Wasser nach der Formaldehydbeize liegen übrigens schon von MÜLLER und MOLZ (Deutsche landw. Presse 1919, Nr. 65, 491 und 1920, Nr. 38, 275), ferner von ZADE (ebenda 1920, Nr. 27—29) Untersuchungen vor. MÜLLER und MOLZ (1920) äußern sich darüber wie folgt: „Unsere bis jetzt angestellten Versuche lassen erkennen, daß das Nachspülverfahren in der von uns gewählten Anwendungsform wohl die Keimfähigkeit bzw. den Feldauflauf recht günstig beeinflußt, aber die pilztötende Wirkung der Formaldehydbeize vermindert.“

[3]) MÜLLER u. MOLZ, Fühlings landw. Zeit. Jahrg. 63, 1914, S. 742—752.

[4]) HILTNER, Österreich-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerindustrie, XXVIII, 1899, S. 18.

Gefäß mit konzentrierter Schwefelsäure benetzt. Die Benetzung erfolgt zweckmäßig mittels eines Rührwerks. — Für 50 kg sind 10 kg Säure erforderlich. Die Einwirkungsdauer beträgt 30 Minuten. Eine vierstündige Einwirkungsdauer ruft noch keinen Schaden hervor. Nach beendeter Reizung wird der größte Teil der Beize durch den kräftigen Strahl einer Wasserleitung entfernt. Nach ca. 10 Minuten übergießt man die Rübenkerne, um die letzten Spuren Säure zu entfernen, mit Kalkmilch, wobei man zweckmäßig etwas mehr von der letzteren gibt, als für eine vollkommene Neutralisierung notwendig ist. Zur Kontrolle verwendet man Lakmus oder einen anderen Indikator. Nachdem die Kalkmilch 1—2 Stunden eingewirkt hat, entfernt man sie wieder durch Wasser. Danach empfiehlt es sich, die Samen noch mindestens mehrere Stunden der Wirkung laufenden Wassers auszusetzen, damit sicher jede Spur Säure entfernt wird. — Nach der Manipulation, die eine gewisse Vorsicht erfordert, erscheinen die Knäuel schwarz und vollkommen glatt, indem alle äußerlich anhaftenden Teile, die Erreger des Wurzelbrandes beherbergen, vollkommen durch die Säure zerstört sind. Eine Beizvorrichtung mit Maschinenbetrieb hat STROHMER[1]) ersonnen. Über erfolgreiche Versuche berichten FALLADE und GREISENEGGER[2]).

2. Spritzen und Streuen.

Das Bespritzen und Bestreuen unserer Kulturpflanzen mit fungiziden Stoffen gehört seit den achtziger Jahren zu den verbreitetsten Maßnahmen des Pflanzenschutzes. Das Verfahren wird angewandt, um den Parasiten die Ansiedlung und Ausbreitung auf der Pflanze unmöglch zu machen. Das Spritzen und Streuen hat sich in manchen Zweigen des Pflanzenbaues, wie beispielsweise im Weinbau, als nicht mehr zu umgehende Maßnahme eingebürgert.

Beim Spritzen ist darauf Bedacht zu nehmen, daß die Organe der Pflanze in ihren normalen Funktionen möglichst wenig gehindert werden. Ein solcher Fall könnte aber eintreten, wenn durch einen zu dichten Überzug mit dem Mittel die Verstopfung einer größeren Zahl von Spaltöffnungen assimilierender Organe herbeigeführt würde. Eine Hemmung des Gasaustausches wäre die notwendige Folge. Weiterhin kann auch eine direkte Hemmung der Assimilationsfähigkeit durch Abschwächung des natürlichen Lichtgenusses eintreten[3]). Es wird also nicht darauf ankommen, die Pflanze mit einem möglichst dichten, lückenlosen Überzug zu umkleiden, wie man irrtümlich annehmen könnte, vielmehr soll die bespritzte Blattfläche von einem feinen Netz einzeln bleibender Tröpfchen möglichst gleichmäßig bedeckt sein.

Die Brühen haben vor den Pulvern den Vorzug, daß sie besser an der Pflanze haften und sich auch gleichmäßiger verteilen lassen. Außerdem ist man bei Verwendung der Brühen von der Witterung weniger abhängig.

Man versucht daher zurzeit mit mehr oder weniger Erfolg, an Stelle des vielfach unentbehrlichen Schwefelpulvers Suspensionen von fein verteiltem Schwefel in Wasser zur Anwendung zu bringen (gelöster Schwefel, kolloidaler Schwefel).

---

[1]) STROHMER, Blätter f. Zuckerrübenbau, XX, 1913, S. 74.

[2]) FALLADE u. GREISENEGGER, Österreich-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerindustrie, XCV, 1916, S. 336.

[3]) Vgl. SCHANDER, Landw.Jahrb., XXXIII, 1904, und KIRCHNER, Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 1908, S. 66.

Auf der anderen Seite ist es ein großer Nachteil, daß bei umfangreichen Feldbespritzungen große Mengen Flüssigkeit transportiert werden müssen. Die Bestrebungen der Technik gehen neuerdings dahin, den für solche Fälle benötigten übermäßigen Arbeitsaufwand einzuschränken, indem für die bisher gebräulichen Brühen durch gleichwertige Pulver Ersatz geschaffen werden soll.

Ein zweckentsprechendes Verspritzen und Verstreuen (Verpulvern) läßt sich nur unter Zuhilfenahme besonders konstruierter Apparate erreichen. Solche Apparate, die weitgehenden Ansprüchen genügen, werden in verschiedenen Modellen hergestellt. Von führenden Firmen, die Pflanzenschutzapparate herstellen, seien genannt:

Fritz Altmann & Co., Metallwarenfabrik, Berlin NO 43.
Gustav Drescher, Maschinenfabrik, Halle an der Saale.
Paul Grützner, Werder an der Havel,
Gebr. Holder, Metzingen, Württemberg,
Carl Platz, Ludwigshafen am Rhein,
Mayfarth & Co., Frankfurt am Main.

Im folgenden kann nur eine Übersicht über die gebräuchlichsten Spritz- bzw. Streumittel gegeben werden.

Die kupferhaltigen Spritzmittel.

Das Kupfervitriol, dessen fungizide Wirkung wir schon bei Gelegenheit der Beizmethoden besprochen haben, läßt sich in reiner wässeriger Lösung wegen seiner ungemein toxischen Wirkung nicht zur Bespritzung von grünen Pflanzen verwenden. Durch eine Abstumpfung des Vitriols mit Alkalien, beispielsweise Ätzkalk, wird diese ungünstige Wirkung aufgehoben.

Die Kupferkalkbrühe.

Von den kupferhaltigen Spritzmitteln spielt die Kupferkalkbrühe (Bordeauxbrühe, Bordelaiser Brühe) die bedeutendste Rolle. Die Kenntnis ihrer fungiziden Wirkung verdankt man dem Zufall. In einigen Burgunder Gemeinden war es lange vor dem Bekanntwerden der Blattfallkrankheit der Reben (*Plasmopara viticola*) üblich, die den Wegen zunächst stehenden fünf bis sechs Reihen von Weinstöcken zum Schutz der Trauben gegen Diebstahl mit Kalkmilch zu bespritzen, der man, um ihr ein unappetitliches Aussehen zu verleihen, geringe Mengen von Kupfervitriol zusetzte. Als dann im Jahre 1882 die Krankkeit auftrat, fiel es auf, daß die bespritzten Weinstöcke viel weniger Befall aufwiesen als die übrigen nicht behandelten. Im Jahre 1884 trat die Krankheit in der Gegend von St. Julian besonders verheerend auf, und es zeigte sich die günstige Wirkung der Bespritzung noch augenfälliger. MILLARDET [1]) nahm sich dann im Jahre 1885 der Angelegenheit an und veröffentlichte die erste Anleitung für Zusammensetzung und Anwendung einer Kupferkalkbrühe.

Seine weiterhin mit GAYON zusammen unternommenen zahlreichen Versuche haben nicht bloß gezeigt, in welch ausgezeichneter Weise sich diese Brühe zur Bekämpfung der Peronosporakrankheit verwenden läßt, sondern haben auch in der Zubereitung und Auftragung mannigfache Verbesserungen gegenüber der ersten Vorschrift gebracht.

---

[1]) MILLARDET, Journal d'agriculture pratique Paris II, 1885.

Aus nachstehender Tabelle[1]) ist zu ersehen, wie sich die Zusammensetzung der Bordeauxbrühe gewandelt hat.

	Formel nach Jouet	1. Formel nach Millardet-Gayon	Millardet 1886	2. Formel nach Millardet-Gayon	Moderne Formel
Gebrannter Kalk . .	8—12	15	8	1	2
Kupfersulfat. . . .	8—12	8	8	3	3
Wasser	100	130	100	100	100

Eine abgeänderte, gegenwärtig viel in Gebrauch befindliche (zweiprozentige) Brühe hat die nachstehende Zusammensetzung:

Kupfervitriol . . . . 2 kg,
Gebrannter Kalk . . . 2 „
Wasser . . . . . . 100 l.

Ihre Herstellung erfordert eine gewisse Sorgfalt. Im allgemeinen geht man dabei folgendermaßen zu Werke. Man braucht zwei Holzgefäße (kein Metall!) von etwa 150 l und 60 l Fassungskraft. In das größere kommen 50 l Wasser und das Kupfervitriol. Eine allmähliche Lösung des Salzes bewirkt man dadurch, daß man es in einem Leinenbeutel einige Finger breit in das Wasser hängt. Im Laufe einer Nacht ist die Auflösung beendet, und man bekommt nach gutem Durchrühren eine blaßblaue Flüssigkeit. In dem kleinen Gefäß wird der gebrannte Kalk durch Besprengen mit Wasser gelöscht und dann durch Nachgießen von 50 l Wasser zu Kalkmilch unter Umrühren verdünnt. Diese beiden Flüssigkeiten sind, wenn sie getrennt aufbewahrt werden, längere Zeit haltbar. Die spritzfertige Brühe wird hergestellt, indem man die Kupfervitriolbrühe unter ständigem Umrühren in die Kalkmilch gießt. Die fertige Brühe muß dann noch darauf geprüft werden, ob Säure in Überschuß vorhanden ist. Dies geschieht am besten mit neutralem Lackmuspapier. Färbt sich das Papier rot, so muß noch so viel Kalkmilch zugefügt werden, bis die Blaufärbung des Papieres eintritt. — Die Brühe darf nur sehr langsam einen himmelblauen, flockigen Niederschlag absetzen, die darüber stehende Flüssigkeit soll farblos sein. Ist zu wenig Kalk zugesetzt worden, so zeigt das Wasser eine bläuliche Färbung[2]).

An Versuchen, die Haftfähigkeit der Bordeauxbrühe durch Zusatz gewisser Mittel zu erhöhen, hat es nicht gefehlt; dabei wurden organische Substanzen, wie Zucker, Harz, Gummi u. dgl., bevorzugt. Zu eindeutigen Ergebnissen haben die Versuche bis jetzt noch nicht geführt. Neuerdings wollen die Franzosen Vermorel und Danthony im Kasein ein taugliches Mittel entdeckt haben. Einem Referat von Müller-Thurgau[3]) ist die nachstehende Gebrauchsanweisung entnommen: „In einem Liter Wasser werden 100 g käufliches Kaseinpulver durch

[1]) Entnommen aus: François et Rousset, Destruction des Parasites, Paris 1913.

[2]) Ausführliche Angaben in Flugblatt Nr. 52 der Biologischen Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft. Ferner Scherpe, Die Kupferkalkbrühe, ihre Bereitung. Verlag Paul Parey und J. Springer.

[3]) Müller-Thurgau, Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinbau 1919, XXVIII, S. 164.

längeres Rühren gründlich verteilt und sodann ohne Unterbrechung des Rührens ein Liter Kalkmilch (ca. 100 g Kalk auf 1 l Wasser) damit gemischt. In wenigen Sekunden ist das Kasein aufgelöst und zu 100 l frisch hergestellter Bordeauxbrühe wird dann 1 l dieser Kaseinlösung zugesetzt."

Eine verstärkte Haftfähigkeit des Bordeauxniederschlags macht sich erwünscht in Jahrgängen mit vielen starken Regengüssen. Im übrigen muß festgestellt werden, daß eine nach den üblichen und bewährten Vorschriften hergestellte und aufgetragene, basisch reagierende Brühe nicht so rasch abgewaschen wird, und daß das Bedürfnis nach Wiederholung der Bespritzung weniger auf das Verschwinden des Bordeauxniederschlages zurückzuführen ist, als vielmehr darauf, daß gerade während der gefährlichen Zeit der Zuwachs an neuen Organen, die bei feuchter Witterung der Gefahr der Ansteckung ausgesetzt sind, besonders groß ist.

Die vorschriftsmäßig hergestellte Brühe ist nicht lange haltbar. KELHOFER[1]) verdankt man die wichtige Entdeckung, daß durch Zusatz von 50 g Zucker zum Hektoliter Brühe die Haltbarkeit wesentlich erhöht wird. Dadurch ist der Praktiker imstande, den für den betreffenden Jahrgang benötigten Bedarf an Brühe gleich im Frühjahr anläßlich der ersten Bespritzung herzustellen und sie den Sommer über in einem geeigneten Gefäß vorrätig zu halten.

Von höchster Bedeutung ist, wie oben schon erwähnt, die Kupferkalkbrühe für den Weinbau geworden zur Bekämpfung der wichtigsten Rebenkrankheit, des falschen Meltaus der Reben (*Plasmopara viticola* Berk. et Curt. = *Peronospora viticola* De By. Blattfallkrankheit des Weinstocks).

Der Erfolg des Spritzens hängt nicht nur von der richtigen Zusammensetzung der Brühe ab, sondern auch von der Wahl des Zeitpunktes, der Zahl der Bespritzungen und der richtigen Ausführung. Von einer Bespritzung, die ihren Zweck erfüllen soll, ist zu verlangen, daß die Blattunterseiten und die Infloreszenzen („Gescheine") nach Möglichkeit mit einem lockeren Netz feinster Tröpfchen bedeckt werden. Was die Zeitpunkte des Spritzens anbelangt, so hat sich die folgende Vorschrift bestens bewährt[2]):

in tragbaren Weinbergen:

1. Spritzen. Wenn die grünen Triebe ungefähr 20—25 cm lang und die Gescheine (noch kölbchenartig geschlossen) gut sichtbar sind.
2. Spritzen. Unmittelbar vor dem Aufblühen.
3. Spritzen. Unmittelbar in die abgehende Blüte hinein.
4. Spritzen. Ungefähr 4 Wochen nach dem 3. Spritzen.

Für schwierige Jahrgänge und besonders gefährdete Gegenden wird noch eine weitere Spritzung eingeschoben. Bei größerer Trockenheit kann mit Ausnahme des 2. und 3. Spritzens eine Verringerung der Termine eintreten.

Ein Nachteil dieser und ähnlich lautender Vorschriften ist es, daß häufig unnötig gespritzt werden muß. Bei der großen Unsicherheit, die in Unkenntnis des Lebenslaufes des Parasiten und in der Wetter-

---

[1]) KEHLHOFER, Internat. Phytopat. Dienst, 1. Jahrg., 1908, S. 65 (Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten).

[2]) DÜMMLER, Badisch. landwirtsch. Wochenblatt Nr. 45, 1920, S. 785.

vorhersage besteht, muß man aber solche sich nachträglich als überflüssig erweisende Spritzungen in Kauf nehmen. Einen gewissen Fortschritt zu rationellerem Spritzen haben die neueren Forschungen über den Einfluß der Witterung auf den Entwicklungsgang der Plasmopara gebracht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen führten zur sogenannten Inkubationskalendermethode nach JSTVÁNFFI (Ungarn)[1]), der mit seinen Mitarbeitern zuerst die Beziehungen zwischen dem Ausbruch der Krankheit und den Witterungsverhältnissen aufgedeckt hat. Die Autoren stellten fest, daß der Pilz für seine Entwicklung mindestens zwei stärkere Niederschläge braucht, die in Form von Regen, Nebel oder Tau niedergehen können. Beim ersten Niederschlag dringt er in die grünen Pflanzenteile ein, beim zweiten bricht er daraus hervor, vorausgesetzt, daß die Inkubationszeit verstrichen ist. Die Inkubationszeiten betragen nach KARL MÜLLER in Baden:

Monat	an den Blättern	an den Gescheinen und jungen Beeren
Mitte Mai	15—18 Tage	—
Ende Mai	12—15 „	12—14 Tage
Anfang Juni . . .	12—14 „	12—14 „
Mitte Juni	9—10 „	9—11 „
Ende Juni	6—7 „	10—12 „
Juli und August .	5—6 „	12—14 „

Kennt man die Inkubinationszeiten, so kann man berechnen, wann von dem Zeitpunkte eines Niederschlags ab ein Hervorbrechen des Pilzes frühestens zu erwarten ist, und man kann danach das Spritzen vor Ablauf der Inkubationszeit erfolgen lassen, um den Pilz beim Hervorbrechen sicher zu treffen.

Man hat nun gehofft, daß sich diese neue Erkenntnis als sichere Grundlage für eine sparsamere und zugleich wirksame Bekämpfung erweisen würde[2]). Diese Erwartung wurde aber nach den Erfahrungen der letzten Jahre etwas enttäuscht. Wohl ist es möglich, sich in trockenen, warmen Jahrgängen beim Spritzen an die Inkubationszeiten zu halten und dabei auch Ersparnisse zu machen. Wenn aber infolge niedriger Temperaturen Verzögerungen der Inkubationszeiten eintreten, oder wenn bei warmer Witterung Niederschläge rasch und unregelmäßig aufeinander folgen, so versagt alle Berechnung, und man ist nach wie vor darauf angewiesen, die Bespritzungen ohne Rücksicht auf die Inkubationszeiten vorzunehmen. Gewiß kann die Kenntnis dieser Zeiten den Winzer in manchen zweifelhaften Fällen in den Stand setzen, den richtigen Zeitpunkt für die Bespritzung zu wählen, mehr dürfen wir aber davon nicht erwarten. Man hat weiterhin in Baden versucht, die Spritzung einheitlich zu regeln, indem man von einer Zentralstelle aus jeweils die Spritztage ausrechnete und bekanntgab. Es hat sich aber gezeigt, daß ein solches Vorgehen nur für verhältnismäßig eng begrenzte Bekämpfungsgebiete möglich ist, soweit diese meteorologisch einheitlich sind[3]).

Mit sehr gutem Erfolg wird die Kupferkalkbrühe (wie auch die Kupfersodabrühe) angewandt zur Bekämpfung der durch Phytophthora infestans verursachten Blattfäule der Kartoffel, einem

[1]) GY. VON JSTVÁNFFI und GY. PÁLINKÁS, Zentralbl. f. Bakt. (II), XXXII, 1912, S. 551.
[2]) KARL MÜLLER, Jahresber. d. Vereinigung f. angewandte Botanik, XVI, 1918, S. 21.
[3]) Zur Kritik der Kalendermethode vgl. Der Weinbau 1921, XX, S. 24.

Parasiten aus dem Verwandtschaftskreis der *Plasmopara viticola*. In niederschlagsreichen Gegenden in Amerika[1]), England, Holland[2]) und anderen Ländern ist das Spritzen der Kartoffeln auch allgemein üblich. In Deutschland sind sich die Vertreter des Pflanzenschutzes noch nicht einig, ob bei den großen in Betracht kommenden Flächen eine allgemeine vorbeugende Bespritzung sich lohnen würde. Jedenfalls geht es nicht an, eine für das ganze Reich gültige Regel aufzustellen, da die Fortpflanzungsbedingungen für den Pilz in den verchiedenen Landstrichen verschieden günstig sind. Eine Klärung dieser brennenden Frage dürfte möglicherweise davon abhängen, ob es gelingt, ähnlich wie für die Peronospora der Reben die Inkubationszeiten festzustellen.

Die Kupferkalkbrühe ist ferner ein ausgezeichnetes Mittel zur Bekämpfung der überaus lästigen Schorfkrankheiten[3]) der Obstbäume, die durch verschiedene Arten der Gattung *Fusicladium* hervorgerufen werden. In Deutschland verwendet man allgemein eine zweiprozentige Brühe, mit der die Obstbäume im Frühjahr dreimal gespritzt werden: das erstemal vor der Blüte, sobald die Knospen brechen, das zweitemal unmittelbar nach der Blüte, das drittemal 2—3 Wochen nach der vorhergehenden Bespritzung.

Über die Frage nach dem Zustandekommen der toxischen Wirkung der Kupferkalkbrühe liegt eine reiche Literatur vor. Die Wirkung der Brühe äußert sich auf zweierlei Weise. Außer der Wirkung auf die zu bekämpfenden Pilze beobachtet man auch häufig eine verderbliche Wirkung auf die bespritzte Pflanze, indem kleine oder größere Gewebepartien absterben, ein Vorgang, den man als Ätzwirkung, „Brandfleckenbildung" bezeichnet. Auch hat man vielfach einen fördernden Einfluß auf die Entwicklung festgestellt[4]).

Nach einem Fundamentalsatz der Physiologie ist das Eindringen der giftigen Substanz in die Zelle die Voraussetzung für ihre giftige Wirkung. Nun ist aber der wirksame Teil der Brühe, das Kupfer, in Form von in Wasser unlöslichem Kupferoxyhdydrat[5]) vorhanden, ein Eindringen dieses Stoffes in die Zelle somit undenkbar. Er muß also durch irgendwelche anderen Stoffe zur Lösung gebracht werden. Barth und mit ihm die amerikanischen Physiologen Clark und Bain verfochten die Hypothese, daß das Kupfer in Substanzen in Lösung gehe, die von der Pflanze ausgeschieden werden. So kam auch Aderhold[6]) nach Würdigung der einschlägigen reichen Literatur zu der Folgerung: „Es liegt viel Wahrscheinlichkeit dafür vor, daß unter Mitwirkung von exosmierenden Blatt- und Pilzbestandteilen genügende Mengen $Cu(OH)_2$ in Lösung übergeführt werden, um einerseits die Pilzsporen oder Keime abzutöten, andererseits ins Blatt einzudringen. Ruhland[7]) und Schander[8])

---

[1]) Potato Spraying Experiments, 1902—1911. New York Agric. Exp. Stat., XXXI, 1913, p. 209. Eine Vorschrift enthält S. 150 Bull. 338 derselben Station. Ferner P. A. Murphy, Investigation of potato diseases. Dominion of Canada. Depart. of Agric. Bull. 44, 1921. Vergleichende Versuche über die Wirksamkeit von Kupferkalkbrühe und Kupfersodabrühe fielen zugunsten der ersteren aus.

[2]) Westerdijk, Joh., Das Spritzen der Kartoffeln in den Niederlanden. Jahresbericht der Vereinigung f. angewandte Botanik, XVI, 1918, S. 132.

[3]) Aderhold, Landwirtsch. Jahrb. XXV, 1896 und XXIX, 1900.

[4]) Vgl. Kirchner, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1908, S. 66.

[5]) Wöber, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1919, S. 94.

[6]) Aderhold, Jahresber. d. Vereinigung f. angewandte Botanik I, 1903, S. 12.

[7]) Ruhland, Arb. d. Kais. Biolog. Anstalt IV, 1905.

[8]) Schander, Landwirtsch. Jahrb., XXXIII, 1904.

konnten diese Anschauung widerlegen. Sie fanden zwar, daß eine Reihe von Stoffen aus dem unverletzten, lebenden Blatt, aus den Früchten usw. austreten, daß diese Stoffe indessen — von unwesentlichen Ausnahmen abgesehen — nicht fähig seien, basisches Kupfer zu lösen. Dagegen konnten sie die bereits von MILLARDET geäußerte Vorstellung stützen, wonach die Lösung des Kupfers von der Kohlensäure der Luft und anderen Atmosphärilien bewirkt werde. Das so gelöste giftige Kupfer diffundiert ins Zellinnere und tötet das Plasma. Ganz anders kommt nach RUHLAND die Wirkung auf den Pilz zustande. Die Schutzwirkung wird lediglich durch Abscheidungen des Pilzes selbst hervorgerufen, der das basische Kupfer in Lösung bringt.

RUHLAND äußert sich darüber weiter wie folgt: „Daß die Schutzwirkung der Brühe darauf beruhte, daß die Pflanze mit eindringendem löslichen Kupfer sozusagen durchtränkt wird und die Pilze in ihrem Inneren der Giftwirkung erliegen, geht durchaus fehl.“ „Es dringen kaum nachweisbare Kupfermengen ein, welche zu einer Giftwirkung auf Pilze in keiner Weise befähigt sind. Ist es dem Pilz einmal gelungen, mit seinem Keimschlauch in den Wirt einzudringen, so hat er sich damit der Einwirkung der Brühe ein für allemal entzogen.“ Eine Einwirkung auf den Pilz kommt nur außerhalb zustande.

Auch SCHANDER (a. a. O.) nimmt mit CLARK an, daß in der Hauptsache die Pilze selbst erst von dem auf den Blättern haftenden Niederschlage der Bordeauxbrühe so viel Kupfer auflösen, als zu ihrer Abtötung notwendig ist[1]).

Ein zwingender Beweis für die Anschauung, daß geringe Mengen von Kupfer nach ihrem Eindringen in die Zellen der Wirtsflanze nicht imstande sein sollen, ohne gleichzeitige Schädigung des Wirts doch eine Schädigung der Parasiten herbeizuführen, scheint mir noch nicht erbracht zu sein. Das Studium der von NAEGELI so genannten oligodynamischen Wirkungen ist gerade in den letzten Jahren wesentlich gefördert worden, und es ist zu hoffen, daß diese neuesten Forschungsergebnisse zu einer weiteren Behandlung der Frage anregen werden.

Man könnte sich denken, daß die Anreicherung von Kupfer im Boden infolge einer jahrelang fortgesetzten Bespritzung schließlich nachteilige Folgen haben könnte, weniger für die Kulturpflanzen selbst als für den Bakterienbestand im Boden. Bis jetzt scheinen allerdings in dieser Hinsicht noch keine nennenswerten Schädigungen festgestellt zu sein. Kleine Mengen von Kupferkalksubstanz, die mit den bespritzten Vegetabilien in den Magen von Menschen und Tieren gelangen, sind unschädlich.

Die übrigen kupferhaltigen Spritzmittel sind mehr oder weniger abweichende Modifikationen der Bordeauxbrühe. Zum Teil kommen sie dieser gleich, zum Teil sind sie gegen den Parasiten wirksamer und damit für die Wirtspflanze gefährlicher, zumal wenn sie größere Quantitäten löslicher Kupfersalze enthalten. Ohne Zweifel sind viele darunter, die sich für spezielle Zwecke besonders gut eignen. Es sei in dieser Hinsicht auf die reiche Spezialliteratur, vor allem französischer und italienischer Autoren, verwiesen. Unter den kupferhaltigen Brühen, die häufigere Verwendung gefunden haben, seien nachstehend noch einige genannt.

---

[1]) Vgl. KUNZE, Jahrb. wiss. Bot., XLII, 1906, S. 357.

Kupfersodabrühe.

Eine Kupfervitriollösung läßt sich auch durch kohlensaures Natron abstumpfen. Man löst 1 kg Kupfervitriol und 1000—1200 g kristallisierte Soda in je 50 l Wasser, worauf man die beiden Lösungen mischt; statt kristallisierte Soda kann man auch 400—500 g kalzinierte Soda nehmen. Die Brühe entspricht in ihrer fungiziden Wirkung im allgemeinen der Kupferkalkbrühe. Ein Nachteil ist, daß sie für Insektenbekämpfung nicht brauchbar ist, vor allem deshalb, weil sich die Soda mit dem als Insektizid viel verwendeten Arsen in eine blattschädigende Verbindung umsetzt.

Kupferammoniaklösung (Eau celeste).

Nimmt man zur Abstumpfung des Kupfervitriols Ammoniak, so entsteht zunächst ein Niederschlag von Kupferhydroxyd, der sich aber in Gegenwart eines Überschusses von Ammoniak zu einer dunkelblauen, klaren Flüssigkeit löst. Ihrer Farbe wegen wird diese Azurin oder Eau celeste genannt. Das Mittel scheint im allgemeinen mehr Schaden als Nutzen zu stiften und ist mit Vorsicht zu gebrauchen.

Kupferkarbonat-Ammoniakbrühe

wird gewonnen durch eine Mischung von Kupferkarbonat mit Ammoniak im Überschuß. Das früher in den Vereinigten Staaten viel gebrauchte Mittel ist durch die Kupferkalkbrühe wohl allgemein ersetzt worden.

Als Ersatz für die Kupferkalkbrühe wurde zur Kriegszeit empfohlen und kam in Anwendung die

Perozidbrühe[1]).

Ihr wirksamer Grundstoff ist das Perozid, ein bei der Herstellung der Gasglühkörper gewonnenes Nebenprodukt (in der Hauptsache Cer-Didymsulfat), das von der Auergesellschaft in Berlin und den Vereinigten chemischen Fabriken Landau, Kreidt, Haller u. Co., Wien XXI, in den Handel gebracht worden ist[2]). Eine wässerige Lösung des Stoffes mit Kalkbrühe gibt die Perozidbrühe. Eine zweiprozentige Perozidbrühe entspricht in ihrer Wirkung ungefähr einer einprozentigen Kupferkalkbrühe. Gegen den falschen Meltau des Weinstocks hat sich das Mittel ebenso bewährt wie die Kupferkalkbrühe. Versuche zur Bekämpfung der Phytophthora an Kartoffeln hatten kein eindeutiges Ergebnis. Die landwirtschaftliche Versuchsstation Rostock[3]) rät von der Anwendung gegen Phytophthora ab. Von Erfolg war die Anwendung gegen die Schorfkrankheit des Kernobstes (Fusicladium), die Blattfleckenkrankheit der Tomate (Septoria lycopersici) und die Schütte der Kiefer (Lophodermium pinastri).

Der Schwefel.

Zur Bekämpfung der echten Meltaupilze (Erysipheae) hat sich der Schwefel bestens bewährt. Es ist für diese Pilze charakteristisch, daß sie auf der Oberseite der Blätter der von ihnen befallenen Pflanzen

---

[1]) Flugblatt Nr. 62 der Biologischen Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtsch. — Ferner Lüstner, Mitt. über Weinbau u. Kellerwirtschaft 1917 u. 1918. — Bernatsky, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XXXI, 1921, S. 94.

[2]) Das Perozid wird zurzeit nicht mehr hergestellt.

[3]) Arbeiten d. Forschungsinstitutes f. Kartoffelbau, Heft 1. 1919, S. 53.

ein lufthaltiges, mehlig aussehendes Gewirr von Hyphenfäden erzeugen. Der als feines Pulver aufgestreute Schwefel bringt die Hyphen zum Absterben. Wie diese „hyphozide" Wirkung zustande kommt, steht noch nicht sicher fest. Windisch[1]) vertritt die Anschauung daß sie auf der Bildung von schwefliger Säure beruhe. Sicher nachgewiesen ist, daß die Wirkung durch Lufttemperatur und Sonnenlicht weitgehend beeinflußt wird. Die optimalen Temperaturen liegen zwischen 24 und 38°. Bei 24—26° sind 8 Tage erforderlich; um das gesamte Mycel abzutöten, bei 38° nur 1—2 Tage.

Die Wirkung hängt in hohem Maße von dem Feinheitsgrade des Schwefelpulvers ab. Zur Messung der Feinheit verwendet man den Sulfurimeter nach einem von Chancel angegebenen Verfahren. Der zur Verwendung gelangende Schwefel soll einen Feinheitsgrad von mindestens 70 Chancel aufweisen. Am geeignetsten sind die im Handel unter dem Namen Ventilato und Impalpabile bekannten Schwefelsorten; Floristella ist am wenigsten zu empfehlen.

Besonders günstig wirkt der Schwefel gegen den echten Meltau des Weinstocks (Oidium Tuckeri = Uncinula necator) und den Rosenmeltau (Sphaerotheca pannosa); ferner auch gegen Cercospora apii auf Sellerie.

Zur Bekämpfung des amerikanischen Stachelbeermeltaus eignet sich der pulverisierte Schwefel nicht.

Die Schwefelsäure wurde von Galloway mit Erfolg gegen den Erdbeerblattbrand (*Mycosphaerella fragariae*) angewandt. Durch die Bespritzung bald nach der Fruchternte werden die Blätter zum Absterben gebracht. In kurzer Zeit erscheinen frische, gesunde Blätter.

Anläßlich der Bekämpfungsversuche gegen die in Amerika verbreitete San José Schildlaus erwies sich die Schwefelkalkbrühe als wirksames Mittel gegen eine Reihe von Pilzkrankheiten, insbesondere an Obstbäumen. Die Brühe wird hergestellt aus einem Gemisch von Schwefelpulver und Kalkmilch, das gekocht wird. Nach Maßgabe des Mischungsverhältnisses der Komponenten Kalk, Schwefel, Wasser und der Kochdauer entstehen Verbindungen von verschiedener Wirkungskraft. Wie die Amerikaner Slyke[2]), Bosworth und Hedges festgestellt haben, bildet sich beim Verkochen von Kalkmilch mit Schwefel neben verschiedenen Calciumsulfiden noch Calciumthiosulfat und unter Umständen auch Calciumsulfit. Die bei jedem Mischungsverhältnis entstehenden unlöslichen Verbindungen setzen sich als Bodensatz ab. Ist das Verhältnis Schwefel zu Kalk = 3 : 1, so entsteht die größte, bei 2 : 1 die geringste Menge Niederschlag, bei 1 : 1 steigt letztere wieder. Die größte Menge an löslichen Sulfiden wird erzielt bei dem Verhältnis 2 bis 2,5 : 1. Die hergestellte Brühe soll eine Dichte von 32—34° Beaumé besitzen (durch Spindeln zu bestimmen). Ihre Zusammensetzung ist nach den genannten Autoren die folgende:

Schwefel	9,3 kg
Kalk (CaO)	8,6 kg
Wasser	100 l

(Hollrung, 1914, empfiehlt der Bequemlichkeit halber Schwefel 20 kg und Kalk 10 kg; dies hat die nachteilige Folge, daß ein größerer Anteil Kalk ungelöst bleibt).

---

[1]) Windisch, Landwirtsch. Jahrb., XXX, 1901, S. 447.

[2]) Slyke, Bosworth u. Hedges, New York Agric. Exp. Stat., Geneva 1910, Bull. 329.

Zur Herstellung gibt HOLLRUNG (1914, S. 97) folgende Anleitung: In einem mindestens 120 l fassenden eisernen Kessel den Kalk zu einem dünnen Brei ablöschen, mit dem Schwefelpulver gut vermischen, die Hälfte des Wassers hinzusetzen, das Gemisch unter ständigem Umrühren zum Kochen bringen und eine Stunde lang im Sieden erhalten, verdampfendes Wasser von Zeit zu Zeit ersetzen, zum Schluß auf 100 l verdünnen, erkalten lassen, durchseihen, zum Spindeln die Dichte nach Beaumé bestimmen, in ein verschließbares Gefäß umfüllen, dabei Sorge dafür tragen, daß die Flüssigkeit bis nahe an den oberen Rand heranreicht, luftdicht verschließen, Tag der Herstellung und die ermittelte Dichte auf dem Gefäß vermerken.

Zur Haltbarmachung empfiehlt sich die Abdichtung der Vorratsbrühe gegen die Luft durch Aufguß von etwas Öl. Bei spundvoller Einfüllung hält sich die Brühe etwa zwei Wochen lang. Stellen sich aus irgendeinem Grunde hierbei kristallinische Abscheidungen ein, so können dieselben nach FULMER[1]) durch Erhitzen der Flüssigkeit auf 60—70° wieder beseitigt werden.

Vor Verwendung ist diese Brühe mit Wasser zu verdünnen. Der Grad der Verdünnung ist für die spezifische Wirkung von wesentlicher Bedeutung. Nach WHETZEL[2]) ist eine Brühe von 32—34° Bé. zu verdünnen gegen

Pfirsichschorf	1 : 20
Apfelschorf (Fusicladium) . . .	1 : 30
Kräuselkrankheit der Pfirsiche .	1 : 40
Rebenkrankheiten	1 : 40
Krankheiten des Kirschbaumes .	1 : 40

Gegen Phytophthora infestans ist die Brühe nicht zu empfehlen[3]).

Das neu auf den Markt gebrachte Schwefelpräparat Solbar (hergestellt von den Farbenfabriken vorm. FRIEDR. BAYER u. Co. Leverkusen), ein Spritzmittel, wirkt ähnlich wie Schwefelkalkbrühe und wird mit bestem Erfolg zur Bekämpfung des amerikanischen Stachelbeermeltaues und des Rosenmeltaues verwendet.

Nach LUDWIGS (Nachrichtenbl. f. d. Pflanzenschutzdienst, 1922, Nr. 3) eignet sich der „kolloidale Schwefel“ (hergestellt von der Firma DE HAËN, Seelze b. Hannover) zur erfolgreichen Bekämpfung des Stachelbeermeltaus: „Kurz vor dem Aufbrechen der Knospen wird die erste Spritzung (5 g Schwefel auf 10 l Wasser, nicht mehr!) vorgenommen, die Spritzung nach je etwa 3—4 Wochen zweimal wiederholt. Sollten sich späterhin trotzdem noch Spuren des Stachelbeermeltaus zeigen, so wird eine sofort vorgenommene Spritzung die Ausbreitung verhindern.“

Gleichzeitige Bekämpfung von Pilzen und Insekten.

Im Obst- und Weinbau sieht man sich häufig vor die Aufgabe gestellt, gegen parasitische Pilze und Tiere gleichzeitig vorzugehen. In Nordamerika, wo die Bespritzung der Obstbäume zu den regelmäßigen Pflegearbeiten gehört, wird zu Beginn der Vegetationsperiode im allgemeinen mit einer Kupferbrühe gespritzt. Bei der zweiten, kurz

[1]) FULMER, Bull. 177, Ontario Depart. Agric.

[2]) WHETZEL, Proc. New York State Fruit Growers. Assoc. 1910, 31 (zit. nach HOLLRUNG).

[3]) STEWART u. FRENCH, New York Agr. Exp. Stat. 31, Annual Raport 1913, S. 193.

vor der Blüte erfolgenden Bespritzung wird der Brühe eine gewisse Quantität (0,25—0,30 %) eines Arsenpräparates, wie Schweinfurter Grün u. dergl., zugesetzt. Ebenso verfährt man bei der dritten, dem Abblühen unmittelbar folgenden, und bei der vierten, 14 Tage später vorzunehmenden Bespritzung. Bei der fünften oder sechsten Bespritzung läßt man den Arsenik wie bei der ersten weg. Wegen der Giftigkeit der Arsenpräparate wird neuerdings vor ihrer Anwendung gewarnt.

Sollen im Weinbau die Peronospora und der Traubenwickler gleichzeitig bekämpft werden, so setzt man den Kupferbrühen arsen- und nikotinhaltige Mittel zu. Auch zur gleichzeitigen Bekämpfung von Oidium und Traubenwickler, ferner von Peronospora, Oidium und Heuwurm sind eine beträchtliche Anzahl von Rezepten im Gebrauch.

3. Bodendesinfektion.

Eine Infektionsquelle ist häufig der Boden. Seine Befreiung von schädlichen Organismen, die im Laboratorium keine Schwierigkeiten macht, findet in der landwirtschaftlichen Praxis seine Beschränkung durch die meist damit verbundenen hohen Kosten. Bei der Anwendung der Bodendesinfektion darf man nicht vergessen, daß dadurch die Bakterienflora des Bodens, die für die Ernährung der Pflanzen direkt und indirekt eine so wichtige Rolle spielt, empfindlich beeinflußt wird. Man trifft mit dem Verfahren nicht nur die zu bekämpfenden schädlichen Organismen, sondern auch die nützlichen, was nicht ohne Einfluß auf das Gedeihen der Kulturpflanzen bleiben kann. Die Desinfektion mit Chemikalien ist ein sicheres Mittel, um vorhandene Seuchenherde zu zerstören. Eines der am meisten gebrauchten Mittel ist der gasförmige Schwefelkohlenstoff, dessen Anwendung sich aber auf die Bekämpfung tierischer Schädlinge beschränkt. Was die Bekämpfung von Pilzen anbelangt, so wurden beispielsweise in Schweden kleine mit dem Erreger des Kartoffelkrebses behaftete Landstücke dadurch entseucht, daß 10 Liter 1 %iges Formalin auf den Quadratmeter Bodenfläche ausgegossen wurden[1]).

Außer den chemischen Mitteln kommt die Anwendung von Wasserdampf in Frage. Die verschiedenen Verfahren haben gemeinsam, daß der Dampf in Kesseln erzeugt und von da unter Druck in den Boden geleitet wird. Das Verfahren der „inverted pan“ scheint in Amerika mit viel Erfolg angewandt zu werden. Es ist das einfachste von allen. Man verwendet dabei am besten ein Kiste ohne Deckel aus Holz oder galvanisiertem Eisen von 3×2 m Grundfläche und 15 cm Tiefe. In die Kiste, die mit der Öffnung nach unten auf den Boden gestellt wird, leitet man den Dampf ein. Die Holzkiste wird zum Abdichten mit Tüchern bedeckt. Der Verlust an Dampf ist bei diesem Verfahren gering. Die Sterilisation ist in 1—2 Stunden je nach dem angewandten Dampfdruck beendet. Als Testobjekt werden in Amerika Kartoffelknollen unter die Erde gebracht. Sind diese gar gekocht, so nimmt man an, daß die Sterilisation vollständig ist. Über weitere Verfahren berichtet Polak ausführlich am angegebenen Ort[2]).

Wenn einmal der Boden in größerer Ausdehnung mit schädlichen Keimen behaftet ist und andere Bekämpfungsmittel versagen, so bleibt

[1]) Hammarlund, O., Medd. Centr. 1—6, 1915.

[2]) Polak, Mededeelingen van de Landbouwhoogschool deel XVII, Wageningen 1919, S. 91.

nichts anderes übrig, als nicht gefährdete Pflanzen anzubauen und damit so lange fortzufahren, bis die Keime ihre Lebensfähigkeit verloren haben. Das kann sehr lange dauern, wie das Beispiel des Kartoffelkrebses beweist. Seine Sporen bleiben zehn und mehr Jahre infektionstüchtig.

Weniger hartnäckig ist der Erreger der Kohlhernie[1]) (*Plasmodiophora brassicae* Woron.), der sich ebenfalls im Boden aufhält. Sorgt man für kräftige Durchlüftung des Bodens und versetzt ihn mit reichlichem Kalk, so wird dadurch der Befall wesentlich herabgedrückt. Chemische Mittel wie Schwefelkohlenstoff, Petroleum, Karbolineum, Chlorkalklösung, Formalin wurden mit stark wechselndem Erfolg angewandt. Die günstige Wirkung des Steinerschen Geheimmittels beruht wohl in erster Linie auf dem starken Kalkgehalt und der bei Anwendung des Mittels vorzunehmenden Durchlüftung.

b) Unschädlichmachung von Infektionsträgern.

Eine der Hauptaufgaben der Prophylaxe muß es sein, die zu schützende Pflanze von krankheitserregenden Organismen und deren Fortpflanzungszellen freizuhalten. Dies stößt vielfach auf große Schwierigkeiten; die bewegte Luft ist ja für viele Sporen das hauptsächlichste Verbreitungsmittel, auch können Sporen und andere Teile der Parasiten mit Leichtigkeit durch Tiere und die Verkehrseinrichtungen des Menschen über weite Gebiete verbreitet werden. Es wird sich also in erster Linie darum handeln, bestehende Infektionsherde aufzufinden und unschädlich zu machen, sowie das Auftreten neuer Herde zu verhindern.

Ein instruktives Beispiel, wie versucht wird, durch Ausmerzen befallener Einzelpflanzen einer Krankheit entgegenzutreten, zeigt die großzügig und planvoll durchgeführte Bekämpfung des Kiefernbaumschwammes (Trametes pini) in Preußen[2]). In dem gesamten Kieferngebiet der preußischen Staatsforsten mit ca 1,5 Millionen ha werden seit Jahren die aufgefundenen Schwammbäume konsequent ausgeschlagen. Eine Vorstellung von dem Umfang dieser Maßnahmen gibt die Tatsache, daß bis im Jahre 1914 an 6 Millionen fm Schwammholz eingeschlagen waren. Für Auffindung und Markierung der erkrankten Schwammbäume sowie für Reinigung der Forstbestände von Schwammkonsolen an Bäumen, die nicht sofort zum Aushieb gelangten, wurden in den Jahren 1905 bis 1912 ½ Million Goldmark bezahlt. Inwieweit allerdings eine wirksame Bekämpfung auf dem angegebenen Wege möglich ist, stand bis zum Jahre 1914 noch nicht mit Sicherheit fest.

Es besteht die Möglichkeit, daß ein Parasit auf anderen Pflanzen verbreitet ist und von da aus auf „blutsverwandte“ Kulturpflanzen übergreift. So ist bekannt, daß beispielsweise der Erreger des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum*) auch *Solanum nigrum*, *S. lycopersicum* und *S. dulcamara* befällt.

Von großer Wichtigkeit sind auch einige Fälle von heteroecischem Parasitismus, wobei der Pilz einen Teil seiner Entwicklung auf einer

---

[1]) Naumann, Jahresber. der „Flora“, Dresden 1912/13.

[2]) Möller, A., Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, XLII, 1910, S. 129, und XLVI, 1914, S. 193.

zweiten Wirtspflanze durchmacht. Der Erreger des Birnenrostes, *Gymnosporangium sabinae*, kann dadurch wirksam bekämpft werden, daß man den Sevebaum (*Juniperus sabina*), auf dem der Pilz einen Teil seiner Entwicklung durchmacht, überall dort ausrodet, wo Birnbäume in der Nähe stehen. Von praktischer Bedeutung wären unter anderen noch die folgenden heteroecischen Parasiten zu nennen: *Melampsora tremulae*, *Uromyces pisi*, *U. striatus*, *Puccinia coronata*. — Als Zwischenwirt des Erregers des Getreideschwarzrostes, *Puccinia graminis*, ist seit langem die Berberitze bekannt. Wenn auch genügend Anhaltspunkte dafür vorliegen, daß *Puccinia graminis* in wärmeren Breiten in ihrem Entwicklungsgang auf die Berberitze nicht unbedingt angewiesen ist, so steht doch zweifelsfrei fest, daß die befallene Berberitze einen gefährlichen Infektionsherd für Getreidefelder darstellt, und daß ihre Entfernung, wenn nicht zu einer vollkommenen Unterdrückung, so doch zu einer wirksamen Eindämmung der Krankheit führt.

In Ländern, wo eine Überwinterung der Uredosporen des Schwarzrostes des rauhen Klimas wegen nicht möglich ist, kann die Krankheit durch Ausrottung der Berberitze so gut wie vollkommen beseitigt werden. Nach LIND [1]) ließe sich sogar durch genaue Beobachtungen eine Isotherme ermitteln, die die Grenze bildet zwischen Ländern, in denen Uredosporen überwintern können, und Ländern, in denen das nicht möglich ist. Eine Vernichtung der Berberitze läßt sich nach HENNIG (zitiert nach RIEHM, ebenda) mit einem bei der Einsalzung der Heringe entstehenden Abfallprodukt, dem Heringsalz verhältnismäßig einfach durchführen; das Salz wird Ende Mai oder Anfang Juni in kleinen Gruben neben die Sträucher gebracht. Die Ausrottung der Berberitze ist in Dänemark und Norwegen gesetzlich angeordnet.

c) Kontrolle des Saatgutes. [2])

Ein sehr wirksames Mittel gegen die Ausbreitung von Pilzkrankheiten besteht darin, daß man erkranktes Erntegut von der Verwendung zu Saatzwecken ausschließt. Diese Absicht wird u. a. gefördert durch die „Saatenanerkennung“, eine Maßnahme, die sich seit einer Reihe von Jahren in den meisten Kulturländern eingebürgert hat, und deren Wert heute unbestritten ist [3]). Bei der Feldbesichtigung führen diejenigen Krankheiten zur Aberkennung, die mit dem Saatgut verschleppt werden können. Die Grundsätze, von denen die einzelnen anerkennenden Körperschaften sich leiten lassen, lauten nicht in allen Stücken gleich; die Anforderungen sind bald mehr, bald weniger streng. Welche Rolle die Pilzkrankheiten bei der Anerkennung spielen, geht aus einer von der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft angestellten Erhebung hervor, die sich auf die Anerkennungstätigkeit der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft im Jahre 1920 stützt (vgl. Tabelle). Von

---

[1]) Zitiert nach RIEHM, Zentralbl. f. Bakt. (II), LI, 1920, S. 449.

[2]) Vgl. HOLLRUNG, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. KÜHN-Archiv, VIII, 1919, S. 1—352.

[3]) Einführung in die Saatenanerkennung, Vorträge und Verhandlungen der Landwirtsch. Hochschule, Berlin 1915. Herausgegeben von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. — FRUWIRTH, Die Saatenanerkennung, Berlin 1918. — VOGT, Ratgeber für und bei Saatenanerkennung, Stettin 1919. — MITSCHERLICH u. LEMBKE, Arb. d. Landwirtsch. Kammer, Königsberg 1918.

den zur Anerkennung angemeldeten Flächen wurden annähernd 7 % wegen Krankheiten aberkannt.

	Flächen in Hektar		
	zur Anerkennung angemeldet	aberkannt im ganzen	aberkannt wegen Krankheiten
Weizen	10 628	1055,82	804,45
Gerste	7 707,8	749,05	425,25
Hafer	10 926	1234,83	851,88
Kartoffeln	7 149	639,11	414,77
Im ganzen:	36 410,8	3678,11 (rund 10 %)	2496,35 (rund 7 %)

Von den verbreitetsten Getreidekrankheiten entfielen im einzelnen auf: Steinbrand des Weizens . . . . 723,25 ha
Flugbrand des Weizens . . . . 81,20 „
Streifenkrankheit der Gerste . . . . 160 „
Hart- und Flugbrand der Gerste (zusammen) . . 239,75 „
Flugbrand des Hafers . . . . 843,88 „

Ein wichtiges Mittel zur Vorbeugung gegen Pilzkrankheiten ist die Untersuchung des Saatgutes auf seinen Gesundheitszustand. Da die Triebkraft der Saat durch den Befall mit gewissen Pilzen, unter denen Angehörige der Gattung Fusarium eine hervorragende Rolle spielen, sehr stark gehemmt, unter Umständen sogar vollständig unterdrückt werden kann, ist es durch zweckentsprechende Versuchsanstellung möglich, zu einem sicheren Urteil über den etwaigen Befall zu gelangen.

Zur Prüfung des Roggensaatgutes auf Befall mit Fusarium hat Hiltner [1]) eine zuverlässige Methode ausgearbeitet, die heute wohl allgemein im Gebrauch ist. Als Keimmedium dient Ziegelmehl, das zunächst durch einstündige Sterisilation im Autoklaven von etwa vorhandenen Pilzsporen zu befreien ist. 1100 g Ziegelmehl werden mit 1/4 Liter Wasser vermengt und alsdann in die von der Firma Altmann, Berlin NW 6, Luisenstraße 47, zu beziehenden Keimzellen (Kästen aus Zink) eingefüllt. Die Aussaattiefe ist ausschlaggebend. Zu vergleichenden Versuchen an gesunder und kranker Saat wendet man verschiedene Tiefen von 3,5 und 8 cm an, da die Unterschiede mit zunehmender Aussaattiefe deutlicher hervortreten. Näheres ist aus der Anleitung (a. a. O. S. 49) zu entnehmen.

Nach Schaffnit [2]) kann die Verkrüppelung der Keimlinge im Boden auch noch andere Ursachen haben, so daß es nicht zulässig ist, derartige Erscheinung in jedem Fall auf Fusariumbefall zurückzuführen.

Für eine entsprechende Vorbereitung des Saatgutes, um das durch eine Korninfektion bedingte Auftreten des Schneeschimmels zu unterdrücken, kommt außer den schon besprochenen Beizmaßnahmen die scharfe Sortierung nach Kornschwere in Betracht. [Vgl. Schaffnit [2]).] Dadurch werden nicht nur die mit Fusarium infizierten Körner, die ein geringes Korngewicht haben, ausgeschieden, sondern auch andere schwächliche, für den Befall disponierte Körner.

---

[1]) Hiltner, Landwirtsch. Jahrb. f. Bayern, 1. Jahrg., 1911, S. 20 u. S. 315.
[2]) Schaffnit, Landw. Jahrb., XLIII, 1912, S. 521.

d) Die biologische Bekämpfung.

Diese Bekämpfungsart, die darin besteht, daß man gegen den Krankheitserreger seinen natürlichen Feind ins Feld führt, beschränkt sich vorläufig noch auf Schädlinge aus der Insektenwelt. In Amerika sind damit bekanntlich glänzende Erfolge erzielt worden. Den pathogenen Pilzen und Bakterien dagegen fehlen fast alle natürlichen Feinde, so daß bei diesen die Methode nur in wenigen Fällen Aussicht auf Verwirklichung hat. Zu einem praktischen Ergebnis ist man bis jetzt in dieser Hinsicht noch nicht gelangt, wenn auch Ansätze dafür vorliegen. Es sei auf die Veröffentlichungen von v. TUBEUF[1]) hingewiesen, der festgestellt hat, daß eine Bekämpfung des den Blasenrost der Weymouthskiefer verursachenden *Peridermium strobi* durch dessen künstliche Infizierung mit den Konidien von *Tuberculina maxima* Erfolg verspricht. Allerdings konnte bis jetzt nur eine Hemmung der Entwicklung des Blasenrostes festgestellt werden, aber keine Ausrottung in einem kleineren oder größeren Bezirk; „denn die Tuberculina infiziert in der Regel die Äcidien, wenn diese stäuben und bereits wieder neue Infektionen veranlassen konnten.“

II. Maßnahmen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der gefährdeten Pflanze.

Ein anderer gangbarer Weg zur wirksamen Bekämpfung der durch Pilze verursachten Pflanzenkrankheiten beruht auf der Möglichkeit, die Widerstandsfähigkeit der zu schützenden Kulturpflanze durch Maßnahmen der Züchtung und Kultur zu erhöhen. Während die Maßnahmen der Züchtung auf Beeinflussung der erblichen Eigenschaften abzielen, also auf die Gewinnung widerstandsfähiger Sorten und Linien ausgehen, sucht man auf der anderen Seite durch Maßnahmen der Kultur, durch Schaffung eines günstigen Milieus die individuellen Eigenschaften einer Pflanze zu beeinflussen.

Auf diesem Wege könnten dem Landwirt die Ausgaben für die manchmal recht kostspieligen Bekämpfungsmaßnahmen, wie sie im vorhergehenden beschrieben worden sind, erspart bleiben. Besonders wichtig wird die Erzielung widerstandsfähiger Pflanzen offenbar dann sein, wenn es Krankheiten zu bekämpfen gilt, denen auf anderem Wege beizukommen überhaupt nicht oder nur unter Zuhilfenahme umständlicher Methoden möglich ist. Um einen solchen Fall handelt es sich beispielsweise bei dem Kartoffelkrebs.

Von den Ursachen der Immunität[2]). Es ist eine alte Erfahrung, daß die verschiedenen Sorten unserer Kulturpflanzen oft sehr verschiedene Grade der Widerstandsfähigkeit gegen bestimmte Krankheiten an den Tag legen. Ebenso bekannt ist, daß diese Widerstandsfähigkeit bei verschiedenen Individuen derselben Sorte, wenn sie unterschiedlichen Lebensbedingungen ausgesetzt sind, beträchtlichen Modifikationen unterliegen kann. Ferner kann man an einem und demselben

---

[1]) v. TUBEUF, Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch., XII, 1914, S. 1, und XV, 1917, S. 302.

[2]) Die Abhandlung von W. WAWILOW, Immunität der Pflanzen, Moskau 1919, 239 S. (Russisch mit engl. Zusammenfassung), gelangte während der Drucklegung zur Kenntnis des Verfassers und konnte nicht mehr berücksichtigt werden.

Individuum in verschiedenen Stadien seiner Entwicklung mitunter verschiedene Grade der Widerstandsfähigkeit feststellen. Und endlich können sich auch die verschiedenen Teile desselben Individuums verschieden verhalten. Aus dem Gesagten geht hervor, daß der Grad der Anfälligkeit oder Disposition teils durch die erbliche Konstitution, teils durch äußere Einflüsse bedingt sein kann.

Unter Immunität eines Lebewesens versteht man, daß es durch eine bestimmte Krankheitsursache nicht krank gemacht werden kann. Wie von der Immunität eines Lebewesens, kann man auch von der Immunität seiner Teile: seiner Zellen, Gewebe und Organe sprechen.

Von größter Wichtigkeit wäre es offenbar, daß man auf die Frage nach den Ursachen der Immunität in jedem Fall eine bestimmte Antwort bekäme. Die Erforschung dieser Ursachen nun steckt noch sehr in den Anfängen trotz der großen Zahl von Einzeluntersuchungen, die über diesen Gegenstand vorliegen. In sehr vielen und oft gerade in den wichtigsten Fällen ist man noch nicht über mehr oder weniger geschickt begründete Vermutungen hinausgekommen. Und doch leuchtet ohne weiteres der Wert bestimmter Kenntnisse und Vorstellungen für die praktische Phytopathologie ein. Hier liegt noch ein weites Feld für aussichtsreiche Forschung offen.

Als die Immunität bewirkend, kommen von vornherein alle Eigenschaften eines Organismus in Betracht, die die Ansiedlung und Entwicklung eines Parasiten verhindern können. Wenn wir den Ablauf einer Pilzinvasion im einzelnen vorkommenden Fall in seine aufeinanderfolgenden Phasen zerlegen, so können wir ohne Schwierigkeit die möglichen Momente für das Eintreten der Immunität aufzeigen. Welche davon tatsächlich realisiert werden, kann nur durch die Beobachtung und das Experiment erforscht werden. Diese Betrachtungsweise soll den folgenden allgemein gehaltenen Ausführungen zugrunde gelegt werden.

Wir beginnen mit der Erwähnung von morphologischen Einrichtungen der Wirtspflanze, die geeignet sind, an und für sich anfällige Teile vor dem Zusammentreffen mit dem Erreger zu schützen. Einen solchen Fall findet man bei gewissen Getreidesorten verwirklicht. Nach den Untersuchungen von SCHAFFNIT[1]) ist der Grad der Spelzenspreizung während der Blüte und Reifung für die Infektion des Roggenkornes durch anfliegende Fusariumsporen von größter Bedeutung. SCHAFFNIT führt auch die im Vergleich zum Roggen weitgehende Immunität des Weizens gegen Fusarium darauf zurück, daß das Weizenkorn bis zur Reife völlig durch die Spelzen gegen die Außenatmosphäre abgeschlossen ist. Der Grad der Spelzenspreizung beim Roggen ist zum Teil eine erbliche Eigenschaft, aber auch die Individuen derselben Sorte können sich verschieden verhalten. Nach HENNING[2]) hängt die Immunität der meisten zweizeiligen Gersten der Erectum-Gruppe gegen den nackten Gerstenbrand (*Ustilago hordei* Bref.) von deren kleistogamen Blüten ab, wodurch eine Blüteninfektion nicht möglich ist. Auch die Fähigkeit verschiedener Pflanzenteile, das Regenwasser rasch ablaufen zu lassen, bedeutet einen Schutz gegen Ansteckung. Wie sehr Wasserrückstände die Infektion erleichtern, geht u. a. daraus hervor, daß, wie SCHAFFNIT[3]) nachgewiesen hat, die Infektion des Roggenkornes durch

[1]) SCHAFFNIT, Landwirtsch. Jahrb., XLIII, 1912, S. 521.
[2]) Zit. nach KIRCHNER, Fühlings landwirtsch. Zeit. 1916, S. 97.
[3]) Landwirtsch. Jahrb., XLIII, 1912, S. 521.

Fusarium von in den Winkeln der Ansatzstellen der Spelzen befindlichen Wasseransammlungen, in die die Sporen durch Kapillaritätswirkung hineingezogen werden, ausgeht.

Ist einmal der infektionstüchtige Erreger in Kontakt mit der Oberfläche der Wirtspflanze geraten, so beginnt der meist recht komplizierte Vorgang des Aufschließens der Wirtszelle [1]). So mannigfaltig die Mittel sind, die den Parasiten hierbei zur Verfügung stehen, so mannigfaltig sind auch die Hindernisse, die sich entgegenstellen können Für gewöhnlich muß sich der Pilz den Weg selbst bahnen, und zwar unter Anwendung mechanischer und chemischer Mittel. Geschieht das mit Hilfe eines von ihm abgeschiedenen Ferments [2]), das die Zellwände autlöst oder erweicht, so muß dieser Sekretion ein spezifischer vom Substrat auf den Pilz ausgehender Reiz vorangehen. Unterbleibt aus irgendeinem Grunde der Reiz, so unterbleibt auch die Sekretion. Erfolgt das Eindringen auf mechanischem Wege unter Zuhilfenahme des durch die Wachstumsenergie gelieferten Druckes, so muß zuerst die Wachstumsrichtung durch einen vom Substrat ausgehenden spezifischen, chemotropischen Reiz [3]) induziert sein. Unterbleibt dieser Reiz, so unterbleibt das Eindringen.

Marshall Ward [4]) machte die Beobachtung, daß die Sporen von *Puccinia glumarum*, wenn man sie auf widerstandsfähige Weizensorten bringt, zwar normale Keimschläuche bilden, welche auch in die Spaltöffnungen eindringen, die sich entwickelnden Hyphen zeigen aber bald ein hinfälliges Aussehen und sterben etwa am sechsten Tage nach der Impfung ab; der Pilz verhungert. Ganz analoge Feststellungen machte Gibson [5]) bei Impfung von *Ranunculus ficaria*, *Tropaeolum* und anderen Pflanzen mit Uredosporen von *Uredo chrysanthemi* und mit Äcidiosporen von *Uromyces poae* und *Aecidium bunii*. Auch hier drangen die Keimschläuche wie bei einer normalen Infektion in die Spaltöffnungen ein, waren aber unfähig, die Zellen anzugreifen, und gingen bald zugrunde,

Nach den Untersuchungen von Miyoshi [6]) sind Pilzhyphen imstande, dünne Lamellen unter Ausnutzung der Wachstumsenergie zu durchbohren, wenn sie chemotropisch gereizt werden. Wäre also beispielsweise eine Zellulosemembran so widerstandsfähig, daß der von dem Pilzfaden erzeugte Druck zu deren Sprengung nicht genügen würde, so würde der Eintritt unterbleiben. Die Erforschung der wichtigen Frage, ob sich Parallelen zwischen Widerstandsfähigkeit gegen Krankheit und mechanischer Resistenz der Zellwände nachweisen lassen, ist denn auch von einer größeren Anzahl von Untersuchern in Augriff genommen worden. Soweit diese Bemühungen zu eindeutigen Ergebnissen gelangt sind, hat sich ein solcher Zusammenhang, von dem nachstehend angeführten Beispiel abgesehen, wohl in keinem

---

1) Büsgen, Bot. Zeit. 1893.

2) Marshall Ward, On the Question of Predisposition and Immunity in Plants. Cambridge Phil. Soc. Proc., XI, 1902, S. 326. — Derselbe, Annals of Botany, XVI, 1902, S. 298.

3) G. Massee, On the Origin of Parasitism in Fungi. Philos. Transactions of the Roy. Soc. of London. Vol. 197, 1905, S. 7.

4) Marshall Ward, Ann. of Bot., XIX, 1905, S. 1.

5) Gibson, The New Phytologist, III, 1904, S. 184.

6) Miyoshi, Über Chemotropismus der Pilze, Bot. Zeit., LII, 1894, S. 1 u. 24. — Derselbe: Die Durchbohrung von Membranen durch Pilzfäden. Jahresb. f. wiss. Bot., XXVIII, 1895, S. 269.

Fall mit Sicherheit feststellen lassen[1]). Daß die chemische und physikalische Beschaffenheit der zu durchdringenden Membran von ausschlaggebender Bedeutung sein könnte, liegt auf der Hand. Einlagerung von Kieselsäure zum Beispiel könnte die Wirkung hydrolytischer Fermente abschwächen. Es muß jedenfalls auffallen, daß zwischen Kieselsäuregehalt und Anfälligkeit Parallelen bestehen, wie SCHAFFNIT[2]) gezeigt hat. Vergleicht man nämlich den Zellulose- und Kieselsäuregehalt junger und erwachsener Getreidepflanzen vier Wochen nach der Aussaat (20. Oktober) bzw. drei Wochen nach der Schneeschmelze (Ende März), so stellt man ein Ansteigen des Zellulosegehaltes von 16,9 % auf 25,56 %, des Kieselsäuregehaltes von 12,81 % auf 25,32 % fest. Nach den Angaben SCHAFFNITS sollen Maispflanzen, die in SiO_2-freier Nährlösung gezogen waren, ungleich viel stärker angegriffen werden als in kieselsäurehaltigen Lösungen gewachsene. „In dem höheren Gehalt der Zellwandsubstanz an Zellulose und deren Inkrusten finden wir zwanglos die Erklärung für den Dispositionszustand des Jugendstadiums und die größere Immunität im vorgerückten Altersstadium." — Auch der Quellungszustand der Zellenmembran wird von DE BARY[3]) für bestimmend angesehen.

Wenn nun dem Pilz der Eintritt ins Zellinnere gelungen ist, so können sich neue Hindernisse entgegenstellen in erster Linie dadurch, daß er in dem Zellinhalt kein zusagendes Substrat vorfindet. Dies kann auf einer Giftwirkung von seiten des Substrates beruhen. Es ist nachgewiesen, daß der Säuregrad, der Gehalt an Gerbsäure und anderen Stoffen stark schädigend auf den Pilz wirken kann, so daß also durch solche „Schutzstoffe" die immunisierende Wirkung zustande kommt. Aber auch wenn das Substrat ungiftig ist, so ist es doch möglich, daß die Inhaltsstoffe nicht in einer dem Pilz zusagenden Zusammensetzung vorhanden sind. So weiß man, daß namentlich der Mangel an Zucker[4]) auf viele Pilze entwicklungshemmend wirkt. Auch die Konzentration des Zellsaftes ist maßgebend.

Man könnte auch an die Möglichkeit einer aktiven Abwehr von Seiten der Wirtspflanze durch Bildung spezifischer, den eingedrungenen Parasiten schädigender Giftstoffe denken, ein Vorgang, der für das Zustandekommen der Immunität bei höheren Tieren von allbekannter Bedeutung ist. Bei Pflanzen solche Reaktionen nachzuweisen, stößt vorläufig allerdings auf große Schwierigkeiten.

Sind die Bedingungen für die Entwicklung des eingedrungenen Pilzes günstig, so können der bedrohten Pflanze noch andere Möglichkeiten der Abwehr zur Verfügung stehen. Einem Weiterwuchern des Parasiten kann die Pflanze dadurch begegnen, daß sie die befallenen Gewebestücke aus dem Verbande der gesunden Teile abgliedert. Ein Beispiel hierfür ist die Abgliederung befallener Gewebeteile durch Bildung von Korklamellen, wie sie an der Kartoffelknolle nach Infektion mit Schorferregern zu beobachten ist.

Als zweckmäßige Reaktion zur Abwehr von Pilzangriffen wirken in vielen Fällen auf die im Gefolge von Verwundungen auftretenden Veränderungen an der Wirtspflanze. Es ist ja von vornherein ein-

---

[1]) Unter anderem APPEL u. KREITZ, Arb. a. d. kais. biolog. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft, VI, 1908, S. 1.
[2]) A. a. O.
[3]) DE BARY, Bot. Zeit., XLIV, 1886, S. 377.
[4]) TISCHLER, Flora, N. F., IV, 1912, S. 1.

leuchtend, daß eine Wunde ein geeignetes Einfallstor für Infektionen sein kann, namentlich wenn durch die Verwundung Zellen freigelegt werden, die nicht im Besitz von Abwehrmitteln sind, wie sie etwa den oberflächlichen Gewebepartien zukommen. Auch den fakultativen Parasiten ist das Eindringen erleichtert insofern, als diese durch saprophytische Ernährung von den getöteten Gewebestücken erst infektionstüchtig werden und dann auf gesundes Gewebe übergreifen [1]). Die im Gefolge von Verwundungen auftretenden Reaktionen können verschiedener Art sein. Es ist beispielsweise festgestellt, daß Äpfel nach Verwundung Gerbsäure in den Zellen bilden, durch die der Erreger abgehalten wird. Die Ausscheidung von Milchsaft, Harz, Gummi bewirkt in vielen Fällen sicheren Wundverschluß und verhindert den Einfall von Parasiten.

Widerstandsfähigkeit gegen Verwundung bedeutet nach dem Gesagten an und für sich schon einen gewissen Schutz. Es ist bekannt [2]), daß Trauben mit dünnen Beerenhäuten bei Regenwetter häufig platzen, was fast regelmäßig eine Erkrankung mit *Botrytis cinerea* zur Folge hat. Beeren mit derben Häuten dagegen, die nicht platzen, sind in ganz anderem Maße gegen den Befall geschützt. Auch nach Hagelschlag können mitunter massenhafte Erkrankungen auftreten. So berichtet von Tubeuf, daß nach Hagelschlag *Nectria ditissima* auf Rotbuchenbeständen, ferner *Cucurbitaria laburni* auf einer Goldregenpflanzung sehr stark auftraten. Versuche von Appel und Schuster [3]) haben gezeigt, daß diejenigen Kartoffelsorten gegen die Angriffe von Fäulebakterien am widerstandsfähigsten sind, die an der Schnittfläche bereits nach 24 Stunden eine zusammenhängende Korkplatte gebildet haben.

Diese flüchtigen Ausführungen mögen für eine kurze Orientierung genügen. Weiteres findet man in der angeführten Literatur.

a) Erhöhung der Widerstandsfähigkeit durch Kulturmaßnahmen.

Wie schon früher bemerkt wurde, ist die Fähigkeit, dem Angriff eines Parasiten in bestimmtem Ausmaße mehr oder weniger erfolgreich Widerstand zu leisten, nicht ausschließlich eine erbliche Eigenschaft. Es kann der Fall eintreten, daß diese Fähigkeit in Abhängigkeit von bestimmten äußeren Lebensbedingungen eine Verschiebung nach der Plus- oder Minusseite erleidet. Denn die Ausbildung und Funktion der Schutzeinrichtungen ist naturgemäß von den Einflüssen der Außenwelt, wie solche den Organismus in seiner Entwicklung treffen können, in weitem Maße abhängig. Alle Pflanzen sind mehr oder weniger „plastisch". Abweichungen vom „normalen" Entwicklungsgang sind aber notwendig mit Modifikationen des normalen chemischen Ablaufes verknüpft, und man kann sich vorstellen, daß mit solchen Veränderungen im Chemismus der Wirtspflanze auch andere Angriffs- und Entwicklungsbedingungen für den Erreger geschaffen sein könnten. So begegnet man häufig der Erscheinung, daß ein und dieselbe Sorte zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten sehr verschiedene Grade der Anfälligkeit auf-

[1]) de Bary, a. a. O.

[2]) Molz, Zeitschr f. Pflanzenzüchtung, V, 1917, S. 121.

[3]) Appel u. Schuster. Arb. a. d. kais. biolog. Anstalt f. Land- u. Forstwirtsch., VIII, 1913, S. 452.

weisen kann. Es mag aber manchmal auch davon herrühren, daß sich auch der Erreger in verchiedenen Verbreitungsgebieten verschieden verhalten kann. Unterschiede in der Virulenz und den Lebensansprüchen des Erregers können sich in verschiedenen Gegenden herausbilden.

Düngung. Eine Maßnahme zur qualitativen und quantitativen Beeinflussung der Entwicklung der Wirtspflanze ist die Düngung. So sehen wir denn unter ihrem Einfluß auch Veränderungen in der Widerstandsfähigkeit auftreten. Leider muß gesagt werden, daß trotz der großen Zahl von Versuchen und gelegentlichen Beobachtungen eindeutige Erhebungen auf diesem Gebiet fast noch immer fehlen. Das liegt mit an der Schwierigkeit der Versuchsanstellung, denn nichts stößt auf größere Schwierigkeiten als die Bereitstellung eines Versuchsfeldes von bestimmter, bekannter und gleichmäßiger Bodenzusammensetzung. Das ist aber Voraussetzung, wenn man überhaupt vergleichbare Ergebnisse erzielen will. Kann sie nicht erfüllt werden, so müssen sich mit Notwendigkeit Widersprüche ergeben, an denen die diesbezügliche Literatur so reich ist. Das Ziel wird erst dann erreicht sein, wenn es uns einmal gelingt, den Stoffwechsel durch planmäßig geleitete Ernährung so zu beeinflussen, daß dadurch die angestrebte Widerstandsfähigkeit erzielt wird.

Nägeli und Zöllner[1]) machten 1863 gelegentlich ihrer Düngungsversuche an Kartoffeln die Beobachtung, daß die Anfälligkeit gegen die Kartoffelkrankheit (*Phytophthora*) durch die Zusammensetzung des Nährsubstrats stark beeinflußt wird. Sie verwendeten als Substrat Torf, der in Kasten gefüllt war. Kasten I enthielt nur Torf; dem Kasten II wurden Ammoniaksalze, dem Kasten III verschiedene Salze ohne Ammoniak zugesetzt. Es ergab sich, daß die in Kasten I und II gewachsenen Pflanzen der Krankheit verfielen, wogegen die Pflanzen im Kasten III keine Spur von Krankheit aufwiesen. Auch Laurent[2]) kam später auf Grund sorgfältiger Versuche zu dem Ergebnis, daß die Stickstoffdüngung die Anfälligkeit gegen Phytophtora erhöhe. Die Nitrate, die Ammoniaksalze und der organische Dünger setzten, wenn im Übermaß gegeben, die Widerstandsfähigkeit selbst bei den sonst widerstandsfähigsten Sorten herab. Mit dieser Feststellung wurde die Erfahrung der Praktiker in exakter Weise bestätigt.

Daß reichliche Stickstoffgaben die Anfälligkeit zu erhöhen imstande sind, wurde auch an anderen Pflanzen schon vielfach beobachtet. Spink[3]) fand, daß die Empfänglichkeit des Weizens für Meltau durch starke Stickstoffgaben erhöht, durch Mineraldüngung, besonders Kalisalze dagegen vermindert wird. Auch Weizenkulturen, die mit *Puccinia glumarum*, Gelbrost, geimpft waren, verhielten sich so. Sorauer[4]) stellte bei Erika-Arten eine Erhöhung der Blattfäule durch *Botrytis cinerea* fest nach einseitiger Stickstoffdüngung. Hiltner[5]) hat den amerikanischen Stachelbeermeltau *(Sphaerotheca mors uvae)* unter Ausschluß des Stickstoffs durch starke Mineraldüngung erfolgreich bekämpft. Derselbe

---

[1]) Nägeli u. Zöllner, Vegetationsversuche mit Kartoffeln. Anhang C zu J. v. Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur u. Physiologie, 9. Aufl., 1876.

[2]) Laurent, Annales de l'Institut Pasteur, XIII, 1899, S. 40.

[3]) Spink, The Journal of Agric. Science V, 1913, S. 231.

[4]) Sorauer, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., VII, 1897, S. 287.

[5]) Hiltner, Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, XIV, 1916, S. 73.

Forscher[1]) hat Versuche über den Einfluß der Düngung auf den Rostbefall beim Wintergetreide ausgeführt mit folgendem Ergebnis: „Bei einem Überdüngungsversuch, der zu Traublinger Braunweizen angestellt wurde, konnten wir am 20. Juni folgendes feststellen: Der Weizen ist bei Überdüngung mit Chilesalpeter sehr stark rostig (Gelbrost), weniger bei Überdüngung mit schwefelsaurem Ammoniak. Besonders starke Kalidüngung hat das Auftreten des Rostes nur in unerheblichem Maße einzuschränken vermocht, während dort, wo mit einer besonders großen Menge von Superphosphat gedüngt wurde, der Rostbefall gar nicht auftritt."

Neuerdings hat GASSNER[2]) Beobachtungen veröffentlicht, die zu neue Gesichtspunkte für die Frage der Düngerwirkung geführt haben. Vergleichende Untersuchungen über das Auftreten der Getreideroste auf verschieden gedüngten Parzellen ließen ihn zu den folgenden Schlüssen gelangen (S. 598, 1916): „Wir müssen das verschiedenartige Auftreten von *Puccinia graminis* auf den verschieden gedüngten Parzellen nicht auf eine durch die Düngung bedingte verschiedene Rostwiderstandsfähigkeit der Pflanzen, sondern auf Verschiedenheiten des Entwicklungsstadiums der Nährpflanze zurückführen; es liegt kein wirklicher, sondern nur ein scheinbarer rosthemmender Einfluß der Phosphorsäuredüngung vor", und S. 604 (ebenda): „Vergleichen wir bei gleichzeitig vorgenommenen Ablesungen nicht das Rostbild an Pflanzen gleicher Aussaatzeiten, sondern gleicher Entwicklungsstadien, so können wir feststellen, daß trotz der außerordentlich verschiedenen Düngung der Versuchsparzellen die Pflanzen gleicher Entwicklungsstadien stets ein zum mindesten annähernd gleiches Rostbild aufweisen."

Wieweit diese Gesichtspunkte auch bei anderen Krankheiten Berücksichtigung erfordern, muß einstweilen abgewartet werden. Daß jedenfalls das Entwicklungstadium für die Empfänglichkeit vielfach ausschlaggebend ist, ist durch manche Beobachtung festgestellt. Es seien hier nur die Versuche von MARCHAL[3]) über die Anfälligkeit der Flachspflanze gegen die Chytridiacee *Olpidiaster* erwähnt, bei denen sich herausstellte, daß der Flachs nur vom 12. bis 25. Tage nach der Keimung gegen den Erreger empfindlich ist.

Zur Bekämpfung derjenigen Pilze also, die bestimmte Entwicklungsstadien des Wirtes bevorzugen, käme es auf eine Beeinflussung der Entwicklungsgeschwindigkeit an in dem Sinne, daß das kritische Stadium möglichst abgekürzt oder künstlich in eine Zeit verlegt würde, in welcher der Erreger am wenigsten gefährlich ist. — Alles in allem kann gesagt werden, daß man nach dem derzeitigen Stand der Forschung — von wenigen Ausnahmefällen abgesehen — noch nicht in der Lage ist, bestimmte Regeln für die Praxis zu geben.

b) Züchtung auf Widerstandsfähigkeit.

B a s t a r d i e r u n g. Daß der Grad der Widerstandsfähigkeit einer Pflanze gegen einen bestimmten Erreger eine erbliche Sorten- bzw. Linieneigenschaft sein müsse, hat man schon früh erkannt. So äußert

[1]) Ebenda XII, 1914, S. 81.
[2]) GASSNER, Zentralblatt f. Bakt. (II), XLIV, 1916, S. 512, und XLIX, 1919, S. 185.
[3]) Zit. nach WESTERDIJK. Jahresber. d. Vereinigung f. angewandte Botanik, XVI, 1918, S. 1.

sich schon J. v. LIEBIG[1]): „Es ist wohl auch schon von anderen wahrgenommen worden, daß man zuweilen in derselben Gegend auf zwei Kartoffelfeldern, welche nebeneinander liegen, und die mit verschiedenen Varietäten Kartoffeln bestellt sind, auf dem einen Acker lauter kranke Pflanzen mit schwarz gewordenen welken Blättern und Stengeln sieht, während an den Pflanzen auf dem nächstliegenden Felde keine Spur von Krankheit wahrnehmbar ist. Auf beide Varietäten wirken die nämlichen äußeren Schädlichkeiten ein, aber die eine davon setzt denselben einen stärkeren Widerstand entgegen als die andere: während die eine abstarb, blieb die andere gesund."

Zu präziseren Vorstellungen über den Vererbungsmodus der Dispositionen gelangte man erst durch die Kreuzungsversuche von BIFFEN[2]) und später von NILSSON-EHLE[3]), wobei sich ergab, daß der Grad der Anfälligkeit des Getreides für Gelbrost eine Eigenschaft ist, die sich nach den MENDELschen Regeln vererbt. Es liegt also in der Hand des Züchters, durch Kreuzung passender Sorten Widerstandsfähigkeit mit anderen beliebigen Merkmalen zu verbinden. So gelang es NILSSON-EHLE, durch jahrelang planmäßig fortgesetzte Züchtungsversuche auf dem Wege der Faktorenkombinierung ertragfähige, winterharte Weizensorten zu züchten, die zugleich gegen Gelbrost widerstandsfähig waren.

In Nordamerika richtete seit dem Jahre 1896 der aus Europa eingeschleppte Spargelrost (*Puccinia asparagi* D.C.) große Verheerungen in den dortigen Spargelkulturen an. Mit Unterstützung einer im Jahre 1906 zur Bekämpfung der Krankheit begründeten Gesellschaft wurde unter Leitung von J. B. NORTON[4]) die planmäßige Züchtung immuner Sorten in großem Stil und in mustergültiger Weise in Angriff genommen, und es gelang, bis zum Jahre 1913 je einen männlichen und einen weiblichen praktisch immunen Stamm zu züchten. Dabei wurde festgestellt, daß „Vigor is not necessarily correlated with resistance".

Leider muß festgestellt werden, daß die Immunitätszüchtung durch planvolle Bastardierung in Deutschland noch sehr wenig Erfolge aufzuweisen hat. Die Erkenntnis von dem praktischen Wert der Methode scheint in den Kreisen der Züchter noch nicht genügend durchgedrungen zu sein.

Auslese. Die einfachste Methode zur Gewinnung widerstandsfähiger Sorten ist die Auslese. Man prüft die vorhandenen Sorten nach Möglichkeit an verschiedenen Orten und mehrere Jahre hindurch auf ihre Anfälligkeit. Aus einer genügenden Zahl von Versuchen bekommt man dann ein zuverlässiges Bild von dem Grade der Widerstandsfähigkeit einer Sorte. Wir beschränken uns auf die Aufzählung einiger wichtiger neuerer Arbeiten deutscher Autoren. Hier war es zuerst v. TUBEUF[5]), der die verschiedenen Grade der Anfälligkeit von Weizen gegen Steinbrand in Versuchen feststellte. Er fand, daß nach künstlich vorgenommener Infektion mit Steinbrand gewisse Sorten bis zu 94%

[1]) J. VON LIEBIG, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur u. Physiologie, Braunschweig 1876, S. 95, 9. Aufl.

[2]) BIFFEN, Journ. of Agric Sci. 1907, S. 109 u. 1912, S. 421.

[3]) NILSSON-EHLE, Sveriges Utsäde förenings Tidskrift 1906, S. 208 u. 309. Ferner Botaniska Notiser 1908, S. 257.

[4]) J. B. NORTON, Methods used in breeding Asparagus for rust resistance. U. S. Depart. of Agric. Bureau of Plant Industry Bul. Nro. 263. Washington 1913.

[5]) v. TUBEUF, Arbeiten aus der Biologischen Abteilung f. Land- u. Forstwirtschaft am Kais. Gesundheitsamt, II, S. 179 und S. 437, 1902.

Befall aufwiesen, daß hingegen zwei in Amerika gezüchtete Weizensorten Ohio und Ontario fast ganz brandfrei blieben. Weiterhin hat KIRCHNER[1]) ausgedehnte Versuche über Brandanfälligkeit an nicht weniger als 360 Weizensorten ausgeführt. Auch bei diesen Versuchen traten in vollster Klarheit die für die verschiedenen Sorten bestehenden Unterschiede der Anfälligkeit in Erscheinung. An einigen zu der *var. velutinum* gehörigen Weizensorten, u. a. Hohenheimer Nr. 77, zeigten sich in 10 jährigen Versuchen nur Spuren von Steinbrandbefall. Als praktisch immun gegen diese Krankheit erwiesen sich auch „Fürst Hatzfeld“ und drei blaue Kolbendinkel der *var. Alefeldii.* Hervorgehoben seien noch die ausführlichen Darlegungen von KIESSLING[2]) über die Vererbung der Disposition für Streifenkrankheit bei Gerstensorten. — Neuerdings wird mit Hilfe der Sortenauslese die Gewinnung von Kartoffelsorten in verschiedenen Ländern eifrigst angestrebt, die gegen die Chytridiacee *Synchytrium endobioticum*, den Erreger des Kartoffelkrebses, widerstandsfähig sind. Auch hier wiesen die geprüften Sorten alle Übergänge auf zwischen stark anfälligen und vollkommen immunen Sorten. Als vollkommen widerstandsfähig haben sich beispielsweise die folgendeu deutschen Sorten gezeigt[3]):

Paulsens „Juli“,
v. Kamekes „Hindenburg“,
Richters „Jubel“,
Cimbals „Nephrit“,
Thieles „Magdeburger Blaue“.

Der bekannte Saatzüchter F. STRUBE[4]) berichtet: „Zur Züchtung des roten Schlanstedter Sommerweizens, die im übrigen analog der Squarehead-Zucht erfolgt, sei bemerkt, daß sich in den A-Stämmen des Jahres 1906 ein Stamm mit auffallend wenig Staubbrand befand. Die Nachkommenschaft dieses Stammes erwies sich in den folgenden Jahren als nicht konstant, sondern es spaltete sich eine Linie mit mehr Staubbrand ab. Die brandfreien Linien erwiesen sich in bezug auf Ertrag und Lagersicherheit den anderen Stämmen gegenüber erheblich überlegen.“

VON TUBEUF[5]) hat seine oben schon erwähnten Versuche fortgesetzt. Es gelang ihm, aus dem bayerischen Landweizen durch konsequente Auslese gegen Steinbrand vollkommen immune Linien zu züchten. Bei der anfangs eingeleiteten Massenauslese trat bald eine Abnahme des Brandbefalles ein. Ferner zeigte sich, daß der Landweizen aus zwei Rassen, einer weißährigen und einer braunährigen, bestand. Die erstere war brandfrei, die letztere anfällig. „Alsdann (1916) wurde mit der Individualauslese unter den weißährigen Individuen begonnen und diese Auslese unter ständiger Bebrandung mehrere Jahre fortgesetzt, bis der Brandbefall auf Null sank.“ Näheres ist aus der nachstehenden der VON TUBEUFschen Arbeit entnommenen Tabelle zu ersehen. Darauf geben die fettgedruckten Zahlen die Prozente an gesunden Ähren gesunder Pflanzen an. Über diesen Prozenten stehen die Jahreszahlen. Die Bezeichnungen 1/3, 1 3 a, 1/3 b, 3/1, 3/1 a, 3/1 b usw. dienen zur Numerierung der Individualabkömmlinge.

[1]) KIRCHNER, Fühlings landwirtsch. Zeitung, LXV, 1916, S. 1.
[2]) KIESSLING, Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, V, 1917, S. 31.
[3]) WERTH, Mitt. d. Biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft 1920.
[4]) F. STRUBE, Beschreibung der Saatzuchtwirtschaft Schlanstedt, S. 25.
[5]) v. TUBEUF, Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch., XVIII, 1920, S. 290.

Außer Pflanzen mit nur gesunden (bzw. nur brandigen) Ähren waren Pflanzen, die sowohl gesunde wie brandige Ähren hatten, vorhanden.

Landweizen I.

1911
27,93*
|
1912
79,19*
|
1913
78,81*
|
1914
99,43*
|
1915

Es wurden die bis zu diesem Jahre ohne Unterschied geernteten weiß- und braunährigen Pflanzen gesondert geerntet und angebaut. Es ergab sich für:

I a (weißährig)	I b (braunährig)
94,56*	**71,81*** (für die folgenden Ernten siehe Tabelle III a. a. O.)

1916 (I a):

1		3						4				5			
98,67		**100**						**98,04**				**100**			
1917		1917						1917				1917			
1/3		3/1		3/2		3/6		4/2		4/5		5/2		5/4	
100		**100**		**100**		**100**		**100***		**100**		**100**		**100**	
1918		1918		1918		1918		1918		1918		1918		1918	
1/3 a	1/3 b	3/1 a	3/1 b	3/2 a	3/2 b	3/6 a	3/6 b	4/2 a	4/2 b	4/5 a	4/5 b	5/2 a	5/2 b	5/4 a	5/4 b
100	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**98,61**	**100**	**100**
1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919
1/3 a	1/3 b	3/1 a	3/1 b	3/2 a	3/2 b	3/6 a	3/6 b	4/2 a	4/2 b	4/5 a	4/5 b	5/2 a	5/2 b	5/4 a	5/4 b
100	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Ausblick.

Die Bedeutung einer intensiven Pflanzenschutzforschung für die landwirtschaftliche Erzeugung ist heute allgemein anerkannt. Die Wichtigkeit bestimmter Einsichten in Ätiologie, Therapie und Prophylaxe der Pflanzenkrankheiten ist unbestritten. Aber es gilt nicht nur, wirksame Bekämpfungsmethoden auszuarbeiten, sie müssen auch zur Anwendung gebracht werden. Es zeigt sich aber, daß in dieser Beziehung auch in Deutschland noch vieles im argen liegt. Dies mag in erster Linie seinen Grund haben in dem mangelhaften Interesse, womit weite Kreise der praktischen Landwirtschaft den Absichten des Pflanzenschutzes heute noch gegenüberstehen. Daß es so ist, kann nicht wundernehmen, wenn man bedenkt, wie jung die Pflanzenschutzforschung noch ist. Erst wenn einmal der Pflanzenschutz die ihm gebührende Berücksichtigung in den Lehrplänen der niederen und höheren landwirtschaftlichen Lehranstalten errungen haben wird, wird auch der praktische Landwirt für seine Bestrebungen gewonnen sein.

Durch nichts kann aber nachdrücklicher und wirksamer auf die wirtschaftliche Bedeutung der Pflanzenkrankheiten hingewiesen werden, als indem man eine breitere Öffentlichkeit an Hand von zahlenmäßigen Beispielen über den tatsächlich verursachten Schaden aufklärt. Appel [1]) hat neuerdings eine wertvolle Zusammenstellung veröffentlicht, der ich einiges auf Pilzkrankheiten Bezügliche entnehme. Danach betrugen die Verluste durch Gelbrost im Jahre 1911 in Bayern etwa 26 Millionen, im Jahre 1916 in der Provinz Sachsen etwa 47 Millionen Goldmark. Der Schaden bei Winterweizen wird in einem Normal-Steinbrandjahr in der Provinz Sachsen auf $6^1/_2$ Millionen Goldmark geschätzt. In den Vereinigten Staaten wird der alljährliche Schaden allein durch Haferflugbrand auf 72 Millionen Goldmark veranschlagt. Die Schäden am Klee werden in oft recht beträchtlichem Grade durch das Auftreten des Kleekrebses (*Sclerotinia trifoliorum*) verschlimmert. In den Jahren 1901 bis 1910 wurden jährlich bis zu 194868 ha Kleefläche und bis zu 20942 ha Luzernefläche umgepflügt. Der durch den Kiefernbaumschwamm in den preußischen Staatsforsten jährlich verursachte Schaden beträgt nach Möller mindestens 1 Million Goldmark. Erhebungen über das Auftreten der Kiefernschütte und den durch diese Krankheit jährlich verursachten Durchschnittsverlust haben gezeigt, daß die befallenen Waldflächen im Deutschen Reich alljährlich mit rund 2591 ha und der Schaden auf durchschnittlich 287779 Mark zu veranschlagen ist. Im Jahre 1910 wurden im Forstamt Lakenitz in Kroatien Eichenbestände im Alter von 40 bis 80 Jahren in einer Ausdehnung von 200 ha vom Eichenmeltau vollständig vernichtet.

Außer der Aufklärung im weitesten Sinne ist für wirksame Gestaltung des Pflanzenschutzdienstes eine geeignete Organisation nicht zu umgehen, wenn es möglich gemacht werden soll, daß neue erfolgreiche Methoden ohne Zeitverlust in die Praxis eingeführt und veraltete oder unbrauchbare zurückgewiesen werden sollen. In großen Zügen ist im Deutschen Reich die Organisation, an deren Spitze die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem steht, geschaffen. Im einzelnen bedarf sie, namentlich in Preußen, eines weiteren Ausbaus.

---

[1]) Appel, Arb. d. Deutsch. Landwirtschaftsgesellschaft 1921.

Ustilagineen.

Von H. Zillig.

(Siehe Seite 2 Ustilagineae.)

Die Brandpilze (*Ustilagineae*) stellen eine wohlbegrenzte Gruppe der Fadenpilze (*Eumycetes*) dar. Der Name rührt von der meist schwarz-braunen Färbung der Brandsporen her, infolge deren die befallenen Pflanzenteile wie verkohlt aussehen. Alle Brandpilze sind echte Parasiten, wennschon sie einen Teil ihrer Entwicklung als Saprophyten verbringen können. Bei einigen ist es sogar gelungen, den ganzen Entwicklungsgang einschließlich der Bildung der Brandsporen in Nährlösung künstlich zu erreichen, so beim Weizensteinbrand (*Tilletia tritici*) [Brefeld 1883][1], beim Maisbrand (*Ustilago zeae*) [Grüss 1902][2] und bei *Urocystis anemones* (Kniep 1921)[3]. Man sieht hieraus, daß der Begriff des Parasitismus nur ein relativer ist. Es bedarf allerdings wenigstens im ersterwähnten Fall noch der Nachprüfung, ob es sich um echte Sporen oder nur um sporenähnliche Dauerzustände (Gemmen) handelte. Letztere unterscheiden sich von jenen leicht dadurch, daß sie ohne Keimschlauchbildung nach Art der Konidien aussprossen[4].

Da zahlreiche Brandpilze auf wichtigen Kulturpflanzen leben, ist der Schaden, den sie der Volkswirtschaft zufügen, nächst dem, der durch Rostpilze entsteht, ein ganz ungeheurer. Swingle (1898)[5] schätzt den Verlust der in den Vereinigten Staaten von Nordamerika jährlich durch Haferbrand hervorgerufen wird, auf 72 Millionen Goldmark, Selby (1898)[6] den durch Weizensteinbrand im Staate Ohio allein auf 1 Million Goldmark. Güssow[7]) gibt für Kanada einen jährlichen durch Brandkrankheiten am Getreide verursachten Wertverlust von 6,2%, das sind 17 Millionen Dollar, an. Im einzelnen betrug der Ertragsausfall durch Brand nach ihm in den beiden Jahren 1910 bzw. 1911 im Mittel bei Weizen 6% im Werte von durchschnittlich 6 778 380 Dollar bzw. 5% im Werte von 6 928 350 Dollar; bei Hafer 7% im Werte von 8 005 550 Dollar bzw. 7,5% im Werte 9 510 900 Dollar; bei Gerste 6% im Werte von 1 284 018 Dollar bzw. 5,5% im Werte von 1 265 220 Dollar. Es ergab sich also für Kanada ein in den beiden Jahren durch Brand-

[1]) Brefeld, O., Bot. Untersuchungen über Hefenpilze. V. Heft: Die Brandpilze, I. Leipzig 1883.

[2]) Grüss, J., Biologische Erscheinungen bei der Kultivierung von *Ustilago maydis*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XX, 1902, S. 212—220, 1 Taf.

[3]) Kniep, H., Über *Urocystis anemones* (Pers.) Winter. Zeitschr. f. Bot. XIII. 1921, S. 289-311, 1 Taf.

[4]) Hils, E., Ursachen der Myzelbildung bei *Ustilago Jensenii* (Rostrup). Diss. Tübingen, Berl. 1912.

[5]) Swingle, W. T., The grain smuts. U. S. Dep. Agr. Farm. Bull. Nr. 75, 1898.

[6]) Selby, A. D., Some diseases of Wheat and Oats. Bull. Ohio, Agr. Exp. Sta. Nr. 97, 1898.

[7]) Güssow, H. T., Smut diseases of cultivated plants, their cause and control. Bull. Nr. 73, Dep. of Agriculture, Ottava-Canada, March 1913, 57 S.

befall hervorgerufener Gesamtverlust von 33 772 418 Dollar. In Deutschland mußten im Jahre 1921 von den zur Saatenanerkennung angemeldeten 43 674 ha Weizen wegen Steinbrandbefall 3674 ha, wegen Flugbrandbefall 1535 ha; von 30 172 ha Gerste wegen Hart- und Flugbrand 1877 ha; von 39 227 ha Hafer wegen Flugbrand 5081 ha aberkannt werden[1]. Bei Besprechung der einzelnen Brandarten wird noch mitgeteilt werden, inwieweit sie im allgemeinen das Ernteerträgnis beeinträchtigen.

Außer dem unmittelbaren Ernteausfall muß noch die Wertverminderung, die durch Verunreinigung von Kleie oder Mehl mit Brandsporen, durch ungünstige Beeinflussung der Farbe, beim Weizensteinbrand schon durch einen widerlichen Geruch bedingt wird, berücksichtigt werden. Man hat lange Zeit sogar eine erhebliche Giftigkeit der Brandpilze angenommen und vielfach Erkrankungen von Vieh dem Genuß brandsporenhaltigen Futters zugeschrieben. Neuere exakte Versuche haben jedoch ergeben, daß wenigstens beim Weizensteinbrand und den Flugbrandarten des Getreides Giftwirkungen nicht erwiesen werden können und daher der Gehalt von Brandsporen in Nahrungs- bzw. Futtermitteln lediglich als Verunreinigung zu bewerten ist[2/3]. Ob dies allerdingt für alle Brandpilze gilt, bedarf im Hinblick auf die Mitteilung ERIKSONS[4] über schädliche Wirkung der *Ustilago longissima* (Sowerby) Tulasne beim Verfüttern im frischen Zustand noch der weiteren Prüfung. In China werden die durch *Ustilago esculenta* P. Henn. rübenartig deformierten Stengel von *Zizania latifolia* als Gemüse gegessen[5]. An der Obermosel (Deutschland) verspeisen Kinder mit Vorliebe die von den Sporen der *Ustilago tragopogonis pratensis* (Pers.) Winter erfüllten Blütenköpfe von *Tragopogon pratensis* L.

Die geographische Verbreitung der Brandpilze richtet sich in erster Linie nach dem Vorkommen ihrer Wirte, die zu den verschiedensten Pflanzenfamilien gehören. Es fällt aber das Verbreitungsgebiet des Wirtes keineswegs immer mit dem des betreffenden Brandpilzes zusammen, da jener unter klimatischen Bedingungen gedeihen kann, welche dem Pilz nicht mehr zusagen. Das Fehlen bzw. geringe Auftreten mancher Brandpilze in gewissen Gegenden trotz zahlreichen Vorkommens der Wirtspflanzen dürfte vielleicht auch mit der Übertragung durch Insekten, welche dort fehlen, zusammenhängen. Es gibt daher nur verhältnismäßig wenige Kosmopoliten unter den Brandpilzen, abgesehen von den auf Kulturpflanzen lebenden, welche durch den Menschen weithin verschleppt worden sind. Außer der Abhängigkeit vom Klima und der Übertragung wird dieses Verhalten durch die wahrscheinlich weitgehende Spezialisierung der Brandpilze bewirkt. Während es schon länger bekannt war, daß Arten, welche auch nur geringe morphologische Unterschiede zeigen, zum Beispiel der Flugbrand von Weizen bzw. Gerste sich nicht gegenseitig auf die Wirts-

[1] Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst, 2, 1922, S. 41.

[2] HONCAMP, FR., und ZIMMERMANN, H., Untersuchungen über das Verhalten von Brandsporen im Tierkörper und im Stalldünger. Zentralbl. f. Bakt. usw., II. Abt., XXVIII, 1910, S. 590—607.

[3] ZWICK, FISCHER, WINKLER, Untersuchungen über die Wirkung brandsporenhaltigen Futters auf die Gesundheit der Haustiere in Arb. a. d. K. Ges.-Amt, XXXVIII, 1912, S. 450—484.

[4] ERIKSON, Giftiges Süßgras, *Glyceria spectabilis*, von *Ustilago longissima* befallen, in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., X, 1900, S. 15—16.

[5] MIGULA, Die Brand- und Rostpilze. Stuttgart 1917.

pflanzen übertragen lassen, hat ZILLIG (1921)[1]) ein solches Verhalten auch für morphologisch vollkommen gleichartige Brandformen beim Antherenbrand *Ustilago violacea* (Pers.) Fuck. durch Infektionsversuche erwiesen und so ein gleiches Verhalten auch für andere auf zahlreichen Wirtsspezies vorkommende Brandarten wahrscheinlich gemacht. LIRO (1921)[2]) fand, daß sich die auf *Polygonum convolvulus* L. vorkommende *Ustilago anomala* J. Kuntze nicht auf *Polygonum dumetorum L.* übertragen läßt, wiewohl sie mit dem dort vorkommenden Pilz morphologisch übereinstimmt, und hat sie daher als *Ustilago carnea* Liro n. sp. abgetrennt[3]).

Der Entwicklungsgang der Brandpilze zerfällt im allgemeinen in vier Abschnitte, die von den Autoren zum Teil mit verschiedenen Namen belegt wurden:

Spore	Keimschlauch	Konidie	Mycel
Dauerspore (DE BARY), Chalmydospore (BREFELD), Teleutospore (PLOWRIGHT).	Promycelium (TULASNE u. DE BARY), Hemibasidium (BREFELD).	Sporidium (DE BARY), Conidium (BREFELD), Promycel-Spore (TULASNE).	

BREFELD faßt die Brandpilze als Vorläufer der Basidiomyceten auf, da der Keimschlauch eine unbestimmte Form der Basidie sei. Er bezeichnet ihn daher als Hemibasidium und die Gruppe der Brandplilze selbst als die der Hemibasidii. Wohl ist der Keimschlauch der Basidie der Basidiomyceten analog. Indessen fehlen die Zwischenglieder zu einer der beiden Hauptgruppen der höheren Pilze, so daß die Stellung der Ustilagineen im Pilzsystem nach unseren heutigen Kenntnissen einer durchaus selbständigen Gruppe entspricht.

Die Bildung der Sporen erfolgt in ungeheurer Zahl in den verschiedensten, bei den einzelnen Arten jedoch jeweils bestimmten Teilen der Wirtspflanze, wobei diese vollständig zerstört werden. BREDEMANN (1911)[4]) und BECK (1920)[5]) haben ermittelt, daß ein einziges Brandkorn von *Tilletia tritici* durchschnittlich etwa 4 Millionen Sporen enthält. Vielfach werden die Brandlager in mehr oder weniger langen Streifen in den Blättern oder Stengeln (z. B. *Ustilago longissima*, *Urocystis occulta*) ausgebildet, in anderen Fällen in den Blüten (z. B. *Ustilago tritici*, *Ustilago nuda*), bei manchen hinwiederum in den Fruchtknoten (z. B. *Tilletia tritici*), schließlich auch in allen zarten Geweben der Pflanze, sogar in der Wurzel (z. B. *Ustilago zeae*). Wenige Brandarten bilden ihre Sporen in den Antheren der Wirtspflanzen aus (*Ustilago violacea* [Pers.] Fuck, *U. major* Schröt., *U. holostei* de Bary, *U. betonicae* Beck, *U. pinguiculae*

[1]) ZILLIG, H., Über spezialisierte Formen beim Antherenbrand *Ustilago violacea* (Pers.) Fuck. in Zentralbl. f. Bakt. usw., II. Abt., LIII, 1921, S. 33—74.

[2]) LIRO, J., Über die brandige Aptera-Form von *Polygonum dumetorum* L., in Ann. soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo, Helsinski 1921, S. 24—32.

[3]) Es ist allerdings dringend erwünscht, daß biologische Arten nicht mit neuen Namen, sondern nur mit der Bezeichnung f. sp. folgt Genitiv der Wirtsspezies, versehen werden.

[4]) BREDEMANN, G., Die quantitative mikroskopische Bestimmung der Brandsporen (Tilletia-Sporen) in Mehl, Kleie und Getreide. Die landw. Versuchsst. 75. 1911, S. 135.

[5]) BECK, O., Über eine Methode der Saatgutuntersuchung auf Brand und über das Versagen der Kupfervitriolbeize in Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch., XVIII, 1920, Heft 3—4.

Rostr., *U. scabiosae* (Sow.) Winter, *U. intermedia* Schröt., *U. succisae* P. Magn., *U. Vaillantii* Tul.), wobei es dem Antherenbrand gelingt, bei weiblichen Blüten zweihäusiger Wirte, z. B. *Melandryum album* und *M. rubrum*, die Bildung von Staubgefäßen zu veranlassen. Während die reifen Brandlager im allgemeinen schon durch ihre dunkle Färbung auffallen, kommt es manchmal noch zu der Bildung mächtiger Brandbeulen, z. B. beim Maisbrand. Die Bildung solcher auf holzigen Teilen der Wirtspflanze ist nur von zwei Arten bisher bekannt geworden, nämlich bei *Ustilago Vriesiana* auf verschiedenen *Eukalyptus*-Arten und *Ustilago Treubii* Solms [1]) auf *Polygonum*. Die Bildung der Sporen selbst erfolgt durch perlschnurartige Abschnürung in den Mycelien unter Verquellung von deren Membranen oder durch Bildung an kleinen Seitenzweigen. Das vegetative Mycel wird hierbei meist völlig zur Sporenbildung verbraucht. Nur bei wenigen Gattungen (*Cintractia, Sphacelotheca, Neovossia, Doassansiopsis, Thracya*) bleiben nach SCHELLENBERG [2]) einzelne Mycelgruppen übrig, entweder als Hüllgewebe oder im Innern der Sporenhaufen. Von den Membranen der ursprünglichen Mycelfäden bleiben nur in wenigen Fällen (*Neovossia*, *Tilletia*) hyaline Anhängsel an den Sporen zurück. In manchen Fällen gelangen die Sporen erst durch Zersetzung des Wirtes nach außen, so bei *Thracya*, *Tuburcinia*, *Melanotaenium*, *Doassansia*. Endlich gibt es solche, wo die Sporen im Gewebe der Wirtspflanze verbleiben und dort auskeimen, so bei *Entyloma*. In den weitaus meisten Fällen aber wird schließlich die Umhüllung gesprengt, so daß die Sporen frei heraustreten. Die meist mehr oder weniger kugelig geformten Sporen sind, wie sich bei der Behandlung mit chemischen Reagenzien, z. B. Essigsäure, zeigt, von einer doppelten Hülle umgeben, außen einer derbwandigen, des öfteren mit warzenartigen Fortsetzungen und Netzleisten versehenen Membran (Exosporium, Exine), innen mit einem zarten Häutchen (Intine). Das Exosporium ist meist braun gefärbt und an der reifen Spore undurchsichtig. Es kann aber mit Wasserstoffsuperoxyd durchsichtig gemacht werden, und es lassen sich dann in jungen Sporen zwei, in erwachsenen ein Kern nachweisen.

Die Keimung der Sporen erfolgt bei vielen Arten in Wasser oder feuchter Luft schon nach wenigen Stunden, bei anderen nur in Nährlösung, während manche wiederum einer längeren Ruheperiode bedürfen, bevor sie keimfähig werden. Die Angabe mancher Autoren, daß bei der Keimung die äußere Sporenhaut unregelmäßig aufreißt, um den Keimschlauch austreten zu lassen, scheint zum wenigsten nicht überall zuzutreffen. So hat LANG (1910) [3]) an gefärbten Sporen des Weizenflugbrands in der inneren Membranschicht kleine abgegrenzte helle Flecken, meist 2—3 an einer Spore, wahrgenommen und das Austreten des Keimschlauchs an diesen Stellen festgestellt.

Der Keimschlauch teilt sich bei der Familie der *Ustilaginaceen* meist in vier Einzelzellen, während er bei der Familie der *Tilletiaceen* ungeteilt bleibt. Die Sporen mancher Arten bewahren ihre Keimfähigkeit nur ganz kurze Zeit, bei anderen hingegen, wie dem Weizensteinbrand, je nach der Aufbewahrung mehrere Jahre.

---

[1]) Ohne Verfasser, *Ustilago Treubii* Solms in Ann. d. Jard. Bot. de Buitenzorg, VI, S. 79—92.

[2]) SCHELLENBERG, H. C., Die Brandpilze der Schweiz. Bern 1911.

[3]) LANG, W., Die Blüteninfektion beim Weizenflugbrand in Zentralbl. f. Bakt. usw., II. Abt., 1910, S. 86—101.

Aus dem Keimschlauch sprossen bei den *Ustilaginaceen* seitlich und endständig die Konidien aus, längliche oder eiförmige Zellen von meist geringerer Größe als die des Keimschlauchs, bei den *Tilletiaceen*



Fig. 48. In Kultur auskeimende Brandsporen.
1. Ustilago tritici. 2. U. nuda. 3. U. hordei. 4. U. avenae. 5. U. levis. 1 und 2 ohne, 3 bis 5 mit Konidien. Vergr. 1 : 1000. (Nach Appel u. Gassner, Anm. 8, S. 279.)

werden sie endständig am Keimschlauch als Kranzkörperchen erzeugt. Bei vielen Arten fallen die Konidien alsbald vom Keimschlauch ab, um entweder bei genügender Ernährung in Nährlösung hefeartig neue

Konidien aussprossen zu lassen oder aber sich alsbald mit einem zweiten Konidium oder auch mit einer Keimschlauchzelle durch eine Kopulationsbrücke zu verbinden. KNIEP (1919)[1]) hat beim Antherenbrand nachgewiesen, daß die Kopulation der Konidien nicht beliebig erfolgt, sondern daß die beiden Gameten sich zwar nicht morphologisch, aber physiologisch unterscheiden, also eine geschlechtliche Differenzierung vorliegt. Die Nachkommen einer reingezüchteten Konidie kopulieren niemals untereinander, aber jederzeit bei gegebenen Bedingungen eine Konidie a mit Nachkommen einer Konidie b, deren Kopulationsfähigkeit mit a durch den Versuch ermittelt wurde. BAUCH (1922)[2]) hat durch Kultur auf verschiedenen Nährböden die von KNIEP vermuteten physiologischen Unterschiede der beiden Konidiengeschlechter nachgewiesen und außerdem die optimalen Bedingungen für die Kopulation ermittelt. Hoher Sauerstoffgehalt der Umgebung bzw. die Möglichkeit intensiven Gasaustausches mit der Luft wirken förderlich, starkes Alkali und schon geringe Säuregrade hemmen, ebenso wie Eiweißkörper und Kohlehydrate in hoher Konzentration oder hoher Salzgehalt des Mediums. Licht hat keinen Einfluß. Ein Temperaturoptimum ist vorhanden, eine Abhängigkeit des Auftretens der Kopulation von der Erschöpfung der Nährlösung bzw. der Anreicherung mit Stoffwechselprodukten, wie BREFELD (1883)[3]) es annahm, besteht nicht. Durch diese Untersuchungen ist erwiesen, daß es sich bei der Kopulation der Konidien um einen sexuellen Vorgang handelt. Es muß dies hervorgehoben werden, weil noch bis in die neueste Zeit die Kopulation der Konidien selbst von namhaften Autoren als rein vegetativer Prozeß betrachtet wurde[4]). Auch bezüglich der Kernverhältnisse bei diesem Vorgang bzw. im Entwicklungsgang der Brandpilze überhaupt wurde erst in jüngster Zeit durch die Arbeiten RAWITSCHERS hinsichtlich verschiedener Arten aus der Familie der *Ustilaginaceen* sowie der *Tilletiaceen* Klarheit geschaffen. Noch zur Zeit BREFELDS war hierüber so gut wie nichts bekannt, und jener selbst stand noch auf dem Standpunkt, daß es sich bei der Kopulation der Konidien nicht um einen sexuellen Vorgang handle, während DE BARY den gegenteiligen Standpunkt vertrat. Als erster versuchte DANGEARD (1892)[5]) Klarheit über das Verhalten der Kerne zu schaffen und zeigte, daß die Bildung der Sporen mit einer Kernverschmelzung endigt, während die noch unreifen Sporen sich als zweikernig erweisen. In den Keimschlauchzellen fand sich stets nur ein Kern. Bei Konidienfusionen wurden keinerlei Kernwanderungen oder gar Verschmelzungen beobachtet. Fusionen zwischen zwei benachbarten Keimschlauchzellen werden nicht erwähnt. Daher erblickt DANGEARD nur in der Kernverschmelzung innerhalb der Spore einen sexuellen Vorgang, während er mit BREFELD von dem vegetativen Charakter der Kopulationen der Konidien überzeugt ist. Die Untersuchung HARPERS (1899)[6]) über dasselbe Thema bestätigt die von

[1]) KNIEP, H., Untersuchungen über den Antherenbrand *Ustilago violacea* (Pers.) in Zeitschr. f. Bot., XI, 1919, S. 257—284.

[2]) BAUCH, R., Kopulationsbedingungen und sekundäre Geschlechtsmerkmale bei *Ustilago violacea* in Biol. Zentralbl., XLII, 1922, 33 Seiten.

[3]) Siehe Anm. 1 Seite 264.

[4]) Siehe Anm. 2 Seite 267.

[5]) DANGEARD, P. A., Recherches sur la reproduction sex. des champignons in Le Botaniste, III, 1893, S. 240—281.

[6]) HARPER, R. A., Nuclear phenomena in certain stages in the development of the smuts in Trans. of the Wisc. Acad., XII, part. II, 1899, S. 475—498.

Dangeard mitgeteilten Beobachtungen und kommt daher zu demselben Schluß. Federley (1903/04)[1]) sah dagegen bei der Kopulation der Konidien von *Ustilago tragopogonis pratensis* den Kern der einen Konidie durch die Kopulationsbrücke in die andere Konidie eintreten und hier beide Kerne verschmelzen und hält dies für einen sexuellen Vorgang. Da er jedoch seine Methode zu fixieren selbst nicht als einwandfrei bezeichnet, erscheint die angegebene Verschmelzung der Kerne zweifelhaft. Kernübertritte bei Konidienkopulationen beobachtet hierauf Lutman (1910)[2]), der im übrigen die Zweikernigkeit jugendlicher und die Einkernigkeit reifer Sporen nach den Beobachtungen Dangeards bestätigt. Bezüglich einer Verschmelzung der beiden Kerne in den Konidien ist Lutman im Zweifel. Er hält überhaupt die Kopulation der Konidien für bedeutungslos und nur bei ungünstigen Lebensbedingungen für möglich, die kopulierenden Konidien daher für funktionslos gewordene Gameten. Rawitscher, dessen Darstellung ich im vorstehenden gefolgt bin, hat 1912[3]) die von Dangeard und Lutman gemachten Beobachtungen, nach welchen bei der Sporenbildung der Brandpilze eine Verschmelzung zweier Paarkerne eintritt, bestätigt. Er hat gefunden, daß bei der Keimung von „*Ustilago carbo*“ (*Ustilago avenae*) die Schnallenbildungen und Konidienkopulationen mit Kernübertritten verbunden sind, die zur Bildung zweikerniger Mycelien führen, daß ferner die in die Haferpflanze eintretenden jungen Hyphenzellen stets zweikernig sind und die zweikernigen jungen Sporenanlagen erzeugen, aus denen durch Fusionen der Paarkerne einkernige Sporen hervorgehen. Beim Maisbrand dagegen konnte Schnallenbildung und Kopulation während der Keimung niemals beobachtet werden. Die den Mais infizierenden Mycelien sind erst einkernig und werden erst kurz vor der Sporenbildung durch Auflösung der Querwand zwischen zwei Nachbarzellen zweikernig, um schließlich durch Verschmelzung der Paarkerne einkernige Sporen zu bilden. 1914 hat Rawitscher[4]) dann den Lebensgang der *Tilletia tritici* und *T. laevis* untersucht und keine wesentlichen Unterschiede gegenüber „*Ustilago carbo*“ gefunden. Auch hier zeigen die erwachsenen Sporen einen Kern. Aus diesem gehen dann wahrscheinlich durch Reduktionsteilungen noch in der Spore acht Kerne hervor, welche sich im Keimschlauch nachweisen lassen und von da aus in die acht Konidien einwandern. Werden mehr Konidien angelegt (10, 12, 16), so lassen sich in älteren Keimschläuchen auch ebenso viele Kerne feststellen. Bei der Kopulation der Konidien wandert ein Kern zum anderen, wie dies bei *Ustilago carbo* geschildert wurde. Die aus den kopulierenden Konidien erwachsenden Hyphen sind zweikernig und können entweder die Wirtspflanze unmittelbar infizieren oder neuerdings zweikernige Konidien bilden. 1922 konnte Rawitscher[3]) dann zeigen, daß bei *Tilletia tritici* die Reduktionsteilung innerhalb der Sporen stattfindet, bei *Cintractia Montagnei* (Tulasne) Magnus dagegen bei der Bildung des Keim-

[1]) Federley, H., Die Kopulation der Konidien bei *Ustilago tragopogi pratensis* in Finska vetensk. soc. Vörhandl., XLVI, H. 2 1903/04, S. 1—23.

[2]) Lutman, B. F., Some contributions to the life-history and cytologie of the smuts in Trans. of the Wisc. Acad., XVI, part. II. 1910, S. 1191—1244.

[3]) Rawitscher, F., Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen, I, in Zeitschr. f. Bot., IV, 1912, S 673—706, 1 Taf.; II, ebenda XIV, 1922, S. 273—296, 2 Taf.

[4]) Rawitscher, F., Zur Sexualität der Brandpilze: *Tilletia tritici*, in Ber. der Deutsch. Bot. Ges., XXXII, 1914, S. 310—314, 1 Taf.

schlauchs in diesem vor sich geht. Bei *Urocystis violae* (Sowerby) Fischer v. Waldheim wurden dieselben Kernverhältnisse festgestellt, wie KNIEP sie 1921 [1]) schon für *Urocystis anemones* veröffentlicht hatte, nämlich eine Teilung des diploiden Sporenkerns (höchstwahrscheinlich unter Reduktion der Chromosomenzahl) in mindestens ebenso viele Tochterkerne, als Quirläste (Konidien) entstehen, und Übertritt des einen Kerns durch den hufeisenförmigen Kopulationskanal zur Bildung des Paarkernstadiums in der aus dem zweikernigen Quirlast aussprossenden Hyphe. Bei *Doassansia sagittariae* (Westendorp) Fisch wurde das Paarkernstadium erst kurz vor der Sporenbildung festgestellt, also ganz ähnlich wie beim Maisbrand, da die Konidien nicht kopulieren. Bei der Kopulation der Konidien wandert nicht nur der Kern, sondern im allgemeinen auch das Protoplasma des einen Gameten zum anderen.

Bei entsprechenden Bedingungen sproßt dann diese Konidie zu einem Mycelschlauch aus, der sofort in die Wirtspflanze eindringt oder aber noch weiter wächst, indem die Paarkerne und das Protoplasma entsprechend dem Wachstum nach vorne rücken und das hintere Ende des Zellfadens sich entleert. Bei Brandformen, deren Konidien nicht kopulieren, sproßt die einkernige Konidie zu einem Mycelfaden aus, der in die Wirtspflanze eindringt, um, wie wir sahen, erst kurz vor der Sporenbildung durch Auflösen der Querwand zweier benachbarter Zellen zum Paarkernstadium überzugehen.

Das Eindringen des Mycels in die Wirtspflanze, d. h. also deren Infektion, kann nur an zarten, noch wachsenden Pflanzenteilen erfolgen, so am Keimling, an jungen Sprossen und in Blüten. Man unterscheidet demgemäß die Keimlings-, die Trieb- und die Blüten- bzw. Sameninfektion.

Da die Ausbildung der Brandsporen vielfach im Fruchtknoten der Wirte erfolgt und erst bei der Samenreife der gesunden Pflanze zum Abschluß gelangt, sind die Bedingungen für eine Infektion des Keimlings vielfach ganz besonders günstige, denn wenn dann zur Zeit der Samenreife die sporenhaltigen Fruchtknoten aufbrechen bzw. beim Dreschen zerschlagen werden, wie z. B. beim Weizensteinbrand, kann der Sporenstaub durch jeden Luftzug auf gesunde Körner leicht übertragen werden und, an ihnen haftend, bei deren Auskeimen selbst aussprossen und in den zarten Keimling eindringen. Diese Keimlingsinfektion wurde bereits von KÜHN (1858) [2]) mit *Tilletia tritici* erfolgreich durchgeführt und von BREFELD (1895) [3]) auch für *Ustilago avenae* und *Ustilago cruenta* nachgewiesen.

1873 fand R. WOLFF [4]) bei *Urocystis occulta* die Fähigkeit, auch an jungen Seitentrieben in die Wirtspflanze einzudringen. HECKE (1907) [5]) hat diese Art der Infektion für *Urocystis occulta* bestätigt, ebenso für *Ustilago violacea* gefunden und als Triebinfektion bezeichnet. Hierher gehört auch *Ustilago zeae*, der nach Versuchen BREFELDS (1895) [6])

---

[1]) Siehe Anm. 3 S. 264.

[2]) KUEHN, J., Die Krankheiten der Kulturgewächse. Berlin 1858.

[3]) BREFELD, O., Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie. H. 11: Die Brandpilze, II: Die Brandkrankheiten des Getreides. Münster 1895.

[4]) WOLFF, R., Beitrag zur Kenntnis der Ustilagineen in Bot. Ztg. 1873, S. 657—661, 673—677, 689—694.

[5]) HECKE, L., Die Triebinfektion bei Brandpilzen in Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, 1907, S. 572—574.

[6]) BREFELD, O., H. 12: Die Brandpilze, III. Münster 1895.

an jeder beliebigen noch wachstumsfähigen Stelle in die Wirtspflanze einzudringen vermag.

MADDOX (1896)[1]) erbrachte den Nachweis, daß beim Weizenflugbrand eine Infektion des Fruchtknotens erfolgt. Dieses Ergebnis wurde ein Jahr später von NAKAGAWA[2]) durch Infektionsversuche bestätigt. In Europa hatte zwar schon TULASNE (1847)[3]) die Vermutung ausgesprochen, daß einzelne Brandpilze durch Übertragung der Sporen auf die Narbe der Wirtspflanze wieder den jungen Keimling infizieren könnten; aber erst BREFELD[4/5]) und HECKE[6/7]) erbrachten unabhängig von einander zu Anfang dieses Jahrhunderts den experimentellen Beweis hierfür, und zwar jener für *Ustilago tritici* und *Ustilago nuda*, dieser für *Ustilago nuda*. Bisher ist diese Art der Infektion, welche von BREFELD als Blüteninfektion, von HECKE gelegentlich auch als Narbeninfektion bezeichnet wurde, nur bei den genannten Brandarten nachgewiesen worden. Es dürfte jedoch, wenn man immer den Teil der Pflanze, welcher infiziert wird, als Grundlage für die Bezeichnung der Infektionsart wählt, zweckmäßiger sein, von einer Sameninfektion zu sprechen (ZILLIG 1921)[8]), zumal, wie gleich gezeigt werden wird, noch eine andere Art der Blüteninfektion bei den Brandpilzen möglich ist.

WERTH (1911)[9]) konnte durch Aufbringen von Sporen der *Ustilago violacea* sowohl auf männliche als auch auf weibliche Blüten von *Melandryum album* eine allmähliche Verseuchung der betreffenden Pflanze von der Infektionsstelle aus herbeiführen, und ZILLIG[8]) konnte diese Ergebnisse bestätigen. Eine Infektion des Samens dagegen auf diese Weise hat sich bei der Versuchspflanze bisher nicht erreichen lassen. Es handelt sich also hier um ein Eindringen des Mycels durch die zarten Gewebe der Blüte in die Pflanze ganz analog dem Eindringen in den Keimling oder zarte Sprosse, und es dürfte hierfür die Bezeichnung Blüteninfektion angebracht sein. Daß auch diese nur bei günstigen Bedingungen (Feuchtigkeit usw.) möglich ist, bedarf keiner weiteren Hervorhebung.

Die Infektion wird entweder durch den Wind oder durch blumenbesuchende Insekten bewirkt. Käfer aus der Gattung Phalacrus werden häufig auf brandbefallenen Gramineen und Cyperaceen gefunden, nähren sich wohl von den Sporen und tragen zu deren Verbreitung bei. Das infizierende Mycel wächst interzellulär und ernährt sich im allgemeinen

---

[1]) MADDOX, F., Notes and Results of Agricultural Experiments. Tasmania 1897. S. 72.

[2]) NAKAGAWA, S., Bull. Agr. Exp Sta. Nishigahara, Japan, XII, Nr. 4, 1898.

[3]) TULASNE, L., Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Urédinées in Ann. d. sc. nat 3 Ser., VII, 1847, S. 12–127.

[4]) BREFELD, O., Neue Untersuchungen und Ergebnisse über die natürliche Infektion und Verbreitung der Brandkrankheiten des Getreides. Nachr. a. d. Klub d. Landw., Berlin 1903, S. 4224.

[5]) BREFELD, O., und FALK, K., Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. H. XIII: Die Blüteninfektion bei den Brandpilzen und die natürliche Verbreitung der Brandkrankheiten. Münster 1905.

[6]) HECKE, L., Ein innerer Krankheitskeim des Flugbrandes im Getreidekorn in Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, 1904, S. 59.

[7]) HECKE, L., Zur Theorie der Blüteninfektion des Getreides durch Flugbrand in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1905, S. 248, 1 Taf.

[8]) Siehe Anm. 1 S. 266.

[9]) WERTH, E., Zur Biologie des Antherenbrandes in Arb. a. d. K. Biol. Anst. f. Land- u Forstw., VIII, 1911, S. 427—450.

durch Osmose, ohne zunächst die Pflanze merklich zu schädigen. LANG (1910)[1]) und (1913)[2]) betont, daß das Pilzmycel bei *Ustilago tritici*, *U. nuda* und *U. avenae* niemals in die Zellen der Wirtspflanze eindringt oder auch nur Haustorien dahin entsendet („Raumparasitismus“). Selbst bei der Ausbildung der Sporen dränge es die Zellen der Wirtspflanze nur zur Seite, ohne in sie einzudringen. RIEHM (1914)[3]) sah bei *Ustilago tritici*, deren Sporenlager sich ausnahmsweise an der Ährenachse entwickelt hatten, deutlich Mycelfäden in den Zellen der Wirtspflanze und hält daher die Ansicht LANGS für nicht allgemein gültig. Bei einer mehrjährigen Wirtspflanze überwintert das Mycel im Wurzelstock, um alljährlich mit den Sprossen wieder empor zu wachsen und in den Blüten oder Blättern usw. die Brandlager auszubilden (z. B. *Ustilago violacea*, *U. longissima*).

Infolge dieses Verhaltens des Mycels entsteht bei den von Brandpilzen befallenen Pflanzen ein eigentliches Krankheitsbild erst zur Zeit der Ausbildung der Sporenlager. Zwar scheinen die Pflanzen im allgemeinen um ein Drittel kleiner zu sein, was LANG (1917)[4]) für *Ustilago tritici*, ZILLIG (1921)[5]) für *Ustilago violacea* nachweisen konnte. Aber diese Erscheinung fällt nur in Vergleichskulturen zwischen gesunden und kranken Pflanzen auf. Erst die Brandlager lassen, wie schon erwähnt, die Erkrankung weithin erkennen. Der Ort von deren Ausbildung ist im allgemeinen für die betreffende Brandart eigentümlich. Nur unter geänderten Entwicklungsbedingungen können Abweichungen vorkommen. So sind die Brandlager von *Ustilago tritici* in seltenen Fällen auch an Blättern und Blattscheiden bzw. der Ährenachse gefunden worden[3]). LANG[2]) konnte Brandlager von *Ustilago avenae* und *Ustilago nuda* auf dem obersten Blatt der Wirtspflanzen dadurch willkürlich hervorrufen, daß er diese in dem Stadium, wo das Blatt angelegt wird, für längere Zeit im Wachstum zurückhielt, während es „bei normalem Wachstum dem Pilz nicht gelingt, in das rasch sich entwickelnde Blatt vorzudringen“. Diese Feststellungen erklären auch, warum manchmal nicht, wie gewöhnlich, die ganze Pflanze bzw. der betreffende Pflanzenteil sich als befallen erweist. So findet man Haferrispen und in seltenen Fällen auch Weizen- und Gerstenähren, die nur teilweise vom Brand befallen sind, bzw. eine einzige Pflanze zeigt sowohl brandige als gesunde Sprosse. In diesem Falle ist es dem Pilzmycel nicht gelungen, dem raschen Wachstum des Wirtes an den betreffenden Stellen im Innern zu folgen.

Nächst dem Krankheitsbild (Ausbildung der Sporenlager) werden zur Erkennung der einzelnen Brandarten in erster Linie die morphologischen Merkmale der Sporen herangezogen (Form, Größe, Farbe, Membranstruktur). Bei manchen Arten reichen indes diese Merkmale zur Unterscheidung nicht aus, und es bedarf noch der Feststellung der Keimungserscheinungen. So zeigen *Ustilago nuda* und *Ustilago tritici* morphologisch gleichartige Sporen, während wie RIEHM[3]) hervorhebt, das

---

[1]) Siehe Anm. 3 S. 267.

[2]) LANG, W., Zum Parasitismus der Brandpilze in Jahresber. d. Ver. f. ang. Bot., X, 1913, S. 172–180.

[3]) RIEHM, E., Abnorme Sporenlager von *Ustilago tritici* (Pers.) Jens. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., XXXII, 1914. S. 570–573.

[4]) LANG, W., Über die Beeinflussung der Wirtspflanze durch *Tilletia tritici* in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., XXVII, 1917, S. 17–99.

[5]) Siehe Anm. 1 S. 266.

Mycel jener fast rechtwinklige Verzweigungen aufweist, während das von *Ustilago tritici* gekrümmten Verlauf nimmt, was sich besonders in Reinkultur beider Arten nebeneinander zeigt. In manchen Fällen reichen auch diese morphologischen Merkmale nicht mehr aus, und es kann dann nur der Infektionsversuch über die Artbegrenzung Aufschluß geben, wie ZILLIG[1]) bei *Ustilago violacea* gezeigt hat (Biologische Arten).

Da bisher aber meist nur morphologische Merkmale in Betracht gezogen wurden, läßt sich heute die Verwandtschaft der einzelnen Spezies untereinander noch nicht näher angeben. Dagegen erscheint die Einteilung der Brandpilze in die beiden Familien der *Ustilaginaceen* und *Tilletiaceen* wohl begründet.

Bei den *Ustilaginaceen* entstehen an dem mehr (meist vier) zelligen Keimschlauch die Konidien seitlich und endständig, vermehren sich gegebenenfalls längere Zeit durch hefeartige Sprossung, um dann untereinander oder mit den Keimschlauchzellen zu kopulieren (z. B. *Ustilago avenae*, *U. violacea*) und aus einer der nunmehr mit zwei Kernen versehenen Konidie das infizierende Mycel aussprossen zu lassen oder aber um ohne Kopulation unmittelbar in solches auszuwachsen (z. B. *Ustilago zeae*). Bei manchen Arten wachsen auch die Keimschlauchzellen ohne Konidienbildung zu infizierenden Mycelfäden aus (z. B. bei *Ustilago nuda* und *U. tritici*). Hierher gehören nach SCHELLENBERG[2]) folgende Gattungen:

I. Sporen einfach
  A. Sporenlager ohne sterile Hyphen — *Ustilago*
  B. Sporenlager mit einer Hülle steriler Hyphen umkleidet — *Sphacelotheca*
  C. Sporenlager mit zentraler Columella und zentrifugaler Sporenbildung — *Cintractia*
II. Sporen zu zweien vereinigt — *Schizonella*
III. Sporen zu mehreren in Ballen vereinigt — *Tolyposporium.*

Aus den in Flüssigkeiten gebildeten Konidien entstehen bei manchen Arten an der Oberfläche der Flüssigkeiten kleinere besonders geformte Luftkonidien, die sich leicht loslösen und verweht werden. Die Sporenbildung erfolgt, wie bereits geschildert, indem das Mycel sich in kurze perlschnurartig anschwellende Teile abgliedert, während die Membranen verquellen und resorbiert werden. Die Sporenlager sind ohne Hülle (*Ustilago* und *Schizonella*) oder mit einer solchen versehen (*Sphacelotheca*), oder es wird eine zentrale Columella mit sukzedaner, zentrifugaler Sporenbildung angelegt (*Cintractia*). Einzellig sind die Sporen bei *Ustilago* und *Sphacelotheca*, zweizellig bei *Schizonella*, mehrzellig bei *Tolyposporium.*

Bei den *Tilletiaceen* entstehen an dem einzelligen Keimschlauch die Konidien endständig, um wie bei den *Ustilaginaceen* entweder nach erfolgter Kopulation oder ohne solche das infizierende Mycel aussprossen zu lassen. An dem Mycel können an Seitenzweigen weitere Konidien entstehen (Mycelkonidien). Bei den Gattungen *Entyloma*, *Tuburcinia* und *Tracya* findet eine Konidienbildung auf der infizierten Wirtspflanze statt (z. B. bei *Tuburcinia primulicola* [Magn.] Kühn, deren Konidienstadium von KÜHN als *Paepalopsis Irmischae* be-

---

[1]) Siehe Anm. 1 S. 266.
[2]) Siehe Anm. 2 S. 267.

schrieben wurde). Manche *Tilletiaceen* bilden keine abfallenden Konidien mehr aus, so *Entyloma*, *Melanotaenium* und verschiedene *Urocystis*-Arten. Der Keimschlauch verzweigt sich hier endständig wirtelig, und die einzelnen Teile wachsen dann direkt oder nach Kopulation zu Mycelfäden aus (z. B. *Urocystis anemones* [Pers.] Winter)[1]). Die Sporenbildung erfolgt bei einzelnen Gattungen (*Tilletia*, *Neovossia*, *Schinzia*) durch Bildung kleiner Seitenzweige am Mycel, deren Enden bläschenförmig anschwellen, bei anderen (*Melanotaenium*, *Entyloma*) interkalar; endlich finden sich solche (*Doassansia*, *Doassansiopsis*, *Tracya*), bei welchen die sporenbildenden Hyphen ein Knäuel bilden, aus dem sich die miteinander verwachsenden Sporen (Sporenballen) herausbilden. Während hier besondere Umhüllungen nicht gebildet werden, sind bei den Gattungen *Urocystis*, *Tuburcinia*, *Thecaphora*, *Sorosporium* die Sporenballen wenigstens anfänglich von einem Geflecht feiner Mycelfäden umgeben. Die in den Sporenballen enthaltenen Sporen sind gleichartig (*Tuburcinia*, *Sorosporium*, *Thecaphora*) oder die Randsporen kleiner und mit Luft gefüllt oder kollabiert (*Urocystis*) oder als Schwimmorgane ausgebildet (*Doassansia*, *Doassansiopsis*). Bei *Tracya* dagegen wird die Schwimmfähigkeit des Sporenballens durch Ausbildung eines zentralen Netzwerkes unverbrauchter Hyphen erreicht.

SCHELLENBERG[2]) unterscheidet folgende Gattungen:

I. Sporen einfach
- A. Sporen verstäubend
  1. Sporen mit hyalinem Anhängsel — *Neovossia*
  2. Sporen ohne hyaline Anhängsel — *Tilletia*
- B. Sporen im Gewebe der Wirtspflanze eingeschlossen bleibend
  1. Sporen in kleineren Blattflecken farblos, hellgelb bis hellbraun — *Entyloma*
  2. Sporen in ausgedehnten Lagern, dunkel — *Melanotaenium*
  3. Sporen in Wurzelanschwellungen, hell — *Schinzia*

II. Sporen in Ballen verbunden
- A. Sporenballen mit sterilen Randsporen
  1. Sporenballen verstäubend, dunkel gefärbt — *Urocystis*
  2. Sporenballen im Gewebe eingeschlossen bleibend
     - a) Sporenballen mit zentralen sterilen Hyphen — *Doassansiopsis*
     - b) Sporenballen ohne zentrale sterile Hyphen — *Doassansia*
- B. Sporenballen ohne sterile Randsporen
  1. Sporenballen verstäubend
     - a) Sporen im Ballen fest verbunden bleibend mit Keimporen — *Thecaphora*
     - b) Sporen aus dem Ballen leicht zu trennen ohne Keimporen — *Sorosporium*

---

[1]) Siehe Anm. 3 S. 264.
[2]) Siehe Anm. 2 S. 267.

2. Sporenballen im Gewebe eingeschlossen bleibend
   a) Sporenballen ohne sterile Hyphen im Zentrum . . . *Tuburcinia*
   b) Sporenballen mit sterilen Hyphen im Zentrum . . . *Tracya.*

Die Bekämpfung der Brandkrankheiten ergibt sich aus dem Entwicklungsgang der verschiedenen Brandpilze und konnte daher nicht eher Erfolge erreichen, als dieser klargelegt war. Es muß daher mit einem Überblick über den Werdegang der verschiedenen Bekämpfungsmaßnahmen ein solcher über die Erforschung der Brandpilze überhaupt verbunden werden. Noch zu Anfang des vorigen Jahrhunderts war man sich über die Natur der Brandpilze als selbständige Pflanzen nicht im klaren. Man glaubte, daß die Entstehung der Brandlager durch eine Degeneration der Pflanze hervorgerufen werde, wie noch UNGER in der Schrift „Die Exantheme der Pflanze" 1833 ausführt. Noch auf der Naturforschertagung in Nürnberg im Jahre 1845 [1]) hat dieser Forscher über Infektionsversuche mit Brandpilzen mitgeteilt: „An eine Ansteckung wie bei den Tieren ist bei den Pflanzen kaum zu denken." Die Erkenntnis war also damals noch nicht weiter vorgeschritten als zur Zeit der Griechen und Römer, deren Schriftsteller THEOPHRAST und PLINIUS den Brand bereits erwähnen und sein Auftreten auf Witterungseinflüsse zurückführen. Zwar hatte man schon gegen Ende des 18. Jahrhunderts aus praktischen Erfahrungen gelernt, daß der Brand irgendwie mit dem Samen zusammenhänge und eine gewisse „Zubereitung" desselben davor schütze (SCHULTHESS 1761) [2]). Dieser Autor erwähnt bereits, daß „die schwimmenden Samen abgeschöpft und gesondert werden sollen" und gibt als Erster eine Anweisung zur Beizung des Saatguts mit einer 1½ %igen Kupfervitriollösung. Die erste wissenschaftliche Bearbeitung eines Brandpilzes, und zwar des Weizensteinbrands, liefert der Genfer BENEDICT PRÉVOST 1807 [3]). Er macht den Pilz für die Krankheit verantwortlich, beschreibt die Keimung der Brandsporen, vermutet die Infektion der Keimpflanzen und stellt dahingehende Versuche an. Er findet, daß die Brandsporen nicht in Wasser keimen, welches in Kupfergefäßen destilliert wurde, und gründet darauf seine Bekämpfungsmethode durch Beizen des Saatgutes mit Kupfervitriollösungen. Während in der Folgezeit PERSOON und A. B. DE CANDOLLE die Ansicht vertreten, das Getreide werde durch die Brandpilze infiziert und krank gemacht, sind andere, wie der bereits genannte UNGER und MEYER der Ansicht, es handele sich hierbei nur um Ausscheidungen des Pflanzenkörpers. Erst TULASNE (1847) [4]) und DE BARY (1853) [5]) beweisen durch die Erforschung der Entwicklungsgeschichte einer Anzahl von Brandpilzen die Richtigkeit der erst-

---

[1]) UNGER, F., Über Impfversuche des Mutterkorns und des Kornbrandes in Flora 1845, S. 641.

[2]) SCHULTHESS, H. H., Vorschlag einiger durch die Erfahrung bewährter Hilfsmittel gegen den Brand im Korn in Abhandl. d. naturf. Ges. in Zürich, I, 1761, S. 497—506.

[3]) PRÉVOST, B., Mémoire sur la cause immédiate de la carie au charbon des blés, et de plusieurs autres maladies des plantes, et sur les préservatifs de la carie. Paris 1807.

[4]) Siehe Anm. 3 S. 272.

[5]) DE BARY, A., Untersuchungen über die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanzen. Berlin 1853.

erwähnten Annahme. Die ersten erfolgreichen Infektionsversuche (Keimlingsinfektion mit *Tilletia tritici*) veröffentlicht J. KÜHN (1858)[1]).

Auf diesen wissenschaftlichen Grundlagen fußend, folgte die Erprobung einer praktisch erfolgreichen Saatgutbeize. KÜHN (1873)[2]) empfahl auf Grund seiner Versuche eine 1½ %ige Kupfervitriolbeizung während 14 Stunden. In der Folgezeit bis in die Gegenwart wurde einerseits eifrig nach neuen Beizmitteln gesucht, andererseits trachtete man danach, die verschiedenartigen Infektionsbedingungen bei den einzelnen Brandpilzen zu klären. So fand R. WOLFF (1873)[3]) beim Roggenstengelbrand die Fähigkeit auch junge Seitentriebe zu infizieren (Triebinfektion). BREFELD zeigte in grundlegenden Untersuchungen (1883)[4]), (1895)[5]), (1903)[6]), (1905)[7]), (1912)[8]) die außerordentliche Vermehrungsfähigkeit zahlreicher Brandpilze auf künstlichen Nährböden und schloß daraus auf eine wichtige Rolle des Düngers bei der Verbreitung der Brandkrankheiten. Eingehende Untersuchungen von TUBEUF (1902)[9]) sowie HONCAMP und ZIMMERMANN (1910)[10]) haben jedoch, wenigstens für die Sporen von *Tilletia tritici* ergeben, daß sie durch das Passieren des Magen- und Darmkanals des Großviehs (weniger des Schweines) zum größten Teil ihre Keimfähigkeit verlieren und im Mist selbst in der Keimung gehemmt sind, so daß wenigstens für diese Brandart die Gefahr einer Verbreitung durch Dünger praktisch nicht in Betracht kommt. Während HOFMANN (1866)[11]) bei *Ustilago hordei* ein Eindringen der Keimfäden am Keimknoten oder der Coleorhiza feststellte, zeigte BREFELD (1895)[5]) bei *Ustilago avenae* und *Ustilago cruenta* die Fähigkeit, auch an der Keimscheide einzudringen, also den ganzen Keimling bis zur Erreichung einer Länge von 2 cm zu infizieren. Bei *Ustilago zeae* (1895)[5]) dagegen stellte er die Möglichkeit, jedes noch junge und wachstumsfähige Gewebsstück zu infizieren, fest. 1897[12]) zeigte MADDOX, daß *Ustilago tritici* durch die Blüte in die Samenanlage eindringt und das Samenkorn alsdann infiziert ist (Sameninfektion). Unabhängig davon wurde diese Art der Infektion dann ebenfalls fast gleichzeitig durch BREFELD (1903)[6]), (1905)[7]) und HECKE (1904)[13]), (1905)[14]) nachgewiesen und als Blüteninfektion bezeichnet. Schließlich konnte WERTH (1911)[15]) bei *Ustilago violacea* durch Infektion der Blüten von *Melandryum album* eine allmähliche Verseuchung der ganzen Pflanze erreichen (Blüteninfektion), ähnlich wie BREFELD schon früher eine Erkrankung der Blüte beim Mais, hier allerdings lokalisiert, durch Infektion derselben mit *Ustilago*

---

[1]) Siehe Anm. 2 S. 271.

[2]) KÜHN, I., Die Anwendung des Kupfervitriols als Schutzmittel gegen Steinbrand des Weizens in Bot. Ztg. 1873, S. 502.

[3]) Siehe Anm. 5 S. 271. [4]) Siehe Anm. 1 S. 264.

[5]) Siehe Anm. 3 S. 271. [6]) Siehe Anm. 4 S. 272.

[7]) Siehe Anm. 5 S. 272.

[8]) BREFELD, O., Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie, Bd. XV: Die Brandpilze und die Brandkrankheiten mit anschließenden Untersuchungen der niederen und höheren Pilze. Münster i. W. 1912.

[9]) TUBEUF, C. v., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Brandkrankheiten des Getreides und ihrer Bekämpfung in Arb. a. d. biol. Abt. f. Land- u. Forstw. am Gesundheitsamt, II, Heft 3, 1902.

[10]) Siehe Anm. 2 S. 265.

[11]) HOFFMANN, Über den Flugbrand. *Ustilago carbo* Tul. (*Uredo segetum* Pers.), 1866, 3 Taf.

[12]) Siehe Anm. 1 S. 272. [13]) Siehe Anm. 6 S. 272.

[14]) Siehe Anm. 7 S. 272. [15]) Siehe Anm. 9 S. 272.

zeae hervorgerufen hatte. Durch die Entdeckung der Sameninfektion war erst eine Bekämpfung des Weizen- und Gerstenflugbrands ermöglicht, die man bis dahin durch Beizung des Saatgutes mit Giftmitteln vergeblich versucht hatte. Die schon früher gemachte Beobachtung J. L. JENSENS (1889)[1]), daß heißes Wasser von 52 bis 56° innerhalb von 5 Minuten Brandsporen abtötet, ohne daß der Keimling des Getreides darunter leidet, wurde nun mit Erfolg zur Abtötung des im Innern des Samens eingeschlossenen Pilzmycels angewendet und durch eine Reihe von Forschern (KELLERMANN und SWINGLE, KIRCHNER, VOLKART, APPEL, RIEHM u. a.) für die praktische Anwendung ausgebaut. Da in dem Abschnitt „Die Bekämpfung und Verhütung der durch Pilze verursachten Pflanzenkrankheiten" eine genaue Darstellung der Bekämpfungsarten gegeben ist, erübrigt es sich, hier näher darauf einzugehen. Das gleiche gilt von der bei *Tilletia tritici*, *Ustilago avenae*, *Ustilago hordei* und *Urocystis occulta* angewendeten Saatgutbeize, wobei die äußerlich anhaftenden Sporen durch Gifte (Kupferverbindungen, Formaldehyd, Quecksilberverbindungen) abgetötet oder wenigstens solange ihre Membran mit dem Gift getränkt ist, keimungsunfähig gemacht werden. Neben der Wirkung des Beizmittels auf den Brandpilz muß natürlich auch die auf die Keimfähigkeit des Saatgutes ebensosehr in Betracht gezogen werden (BURMESTER 1908)[2]). In neuester Zeit sind Versuche eingeleitet worden, brandpilzfeste Rassen von Kulturpflanzen, insbesondere von Weizen, zu züchten, welche, wie bei Besprechung des Weizensteinbrandes gezeigt werden wird, bereits beachtenswerte Ergebnisse gezeitigt haben, so daß sich eine Bekämpfung der Brandkrankheiten auch durch Züchtung immuner Rassen für die Zukunft erhoffen läßt.

Die Literatur über die Bekämpfung der Brandkrankheiten ist eine so ausgedehnte, daß hier nicht darauf eingegangen werden kann. Bei Besprechung der einzelnen Brandarten werden besonders wichtige Arbeiten Erwähnung finden. Dagegen wurde im vorstehenden versucht, wenigstens die wichtigere allgemeine Literatur über Brandpilze zu nennen. Eingehende Übersicht der Literatur findet sich außerdem bei P. DIETEL[3]), bei CLINTON (1904)[4]), bei MC ALPINE (o. J. 1910)[5]) und bei SCHELLENBERG (1911)[6]). Die beiden letzt genannten Werke bieten einen ausgezeichneten Überblick über die bis zu ihrem Erscheinen gewonnenen Forschungsergebnisse. Gute Abbildungen von Brandpilzen finden sich vornehmlich in den genannten Veröffentlichungen von BREFELD (nach Zeichnungen) und in dem Werk MC ALPINES (56 Tafeln nach Photographien). Zwei gute Wandtafeln in farbiger Lithographie, darstellend die Stein- und Flugbrandarten von Weizen, Gerste und Hafer und ein

---

[1]) JENSEN, J. L., Om Kornsorteners Brand. Kopenhagen 1888. Le charbon de céréales. Kopenhagen 1899.

[2]) BURMESTER, H., Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß der verschiedenen Samenbeizmethoden auf die Keimfähigkeit des gebeizten Saatgutes und über ihre pilztötende Wirkung. Diss. Ludwigsburg 1908.

[3]) DIETEL, P., Hemibasidii in Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, T. I, Abt. I, Leipzig 1900 (S. 2).

[4]) CLINTON, G., North American Ustilagineae. Boston 1904 (S. 505—524).

[5]) MC ALPINE, D., The Smuts of Australia. Melbourne o. J. (1910), 56 Tafeln (S. 205—212).

[6]) Siehe Anm. 2 S. 267.

illustriertes Textheft hierzu hat VON TUBEUF im Verlag von Eugen Ulmer Stuttgart, 1910 erscheinen lassen[1]).

Nach diesem allgemeinen Überblick über den heutigen Stand unserer Kenntnisse von den Brandpilzen sollen im folgenden nur jene eingehender besprochen werden, welche auf wichtigen Kulturpflanzen vorkommen und daher volkswirtschaftliche Bedeutung haben. Nach kurzer Schilderung des Krankheitsbildes und Nennung der Wirte wird jeweils die Angabe der mikroskopischen Bestimmungsmerkmale, alsdann die Darlegung des Entwicklungsganges und schließlich die der Bekämpfung und volkswirtschaftlichen Bedeutung folgen. Im Hinblick auf den zur Verfügung stehenden Raum wird natürlich nur das in Kürze mitgeteilt werden, worin sich die betreffenden Arten von der im vorstehenden gegebenen allgemeinen Darstellung unterscheiden. Die Reihenfolge der Arten entspricht den heutigen Kenntnissen ihrer Verwandtschaft. Am Schlusse sind sie in einer Tabelle nach den Wirten zusammengestellt. Die Diagnosen schließen sich, soweit sie nicht auf eigenen Beobachtungen beruhen, denen von SCHELLENBERG an. Von den Synonymen sind in Anbetracht der großen Zahl nur die wichtigsten beigesetzt und außerdem die englischen Vulgärnamen in Klammern genannt, weil in der englischen Literatur die Pilze vielfach nur unter diesen Namen angeführt sind.

Von den Ustilaginaceen soll zunächst der Weizenflugbrand, *Ustilago tritici* (Persoon) Jensen (Loose-smut) besprochen werden.

Die Sporenlager werden unter Zerstörung aller Blütenteile in den Ähren aller angebauten Weizenarten gebildet, wie *Triticum vulgare* Vill., *T. Spelta* L., *T. turgidum* L., *T. durum* L., *T. monococcum* L.

Beim Hervortreten der brandigen Ähren wird die dunkelbraun bis schwarz gefärbte Brandmasse verstäubt. Schließlich bleibt von der Ähre nur noch die nackte, von noch anhaftenden Brandsporen zum Teil schwarz gefärbte Ährenspindel zurück. HENNINGS (1894)[2]) hat an in Oberägypten gesammeltem Triticum vulgare *Ustilago tritici* außer auf den Ähren auch auf Blättern und Blattscheiden in langen parallelen Streifen, RIEHM[3]) solche an der Ährenachse, den Spreiten und Scheiden des obersten Blattes bei einem Topfversuch gesehen.

Die Sporen sind kugelig, seltener länglich oder unregelmäßig eckig, 5 bis 9 μ groß, ihre Membran hell- bis olivbraun und mit sehr feinen Warzen bedeckt. Nach BREFELD[4,5]), KELLERMANN und SWINGLE[6]), HERZBERG[7]), APPEL und GASSNER[8]) und MC ALPINE[9]) keimen sie sofort, behalten ihre Keimfähigkeit aber nur einige Wochen. Der Keimschlauch wächst hierbei sogleich zu Mycelfäden aus. Nur selten entstehen Ko-

---

[1]) TUBEUF, C. v., Die Brandkrankheiten des Getreides. Darstellung der Stein- und Flugbrandarten von Weizen, Gerste und Hafer. Text für zwei Wandtafeln in farbiger Lithographie. Stuttgart 1910.

[2]) HENNINGS, P., *Ustilago tritici* (Pers.) Jens. *forma folicola* P. Henn. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., IV, 1894, S. 139.

[3]) Siehe Anm. 3 S. 273. [4]) Siehe Anm. 1. S. 264.

[5]) Siehe Anm. 3 S. 271.

[6]) KELLERMANN, W. A., und SWINGLE, Loose smuts of cereals. Ann. rep. Kansas. Agr. ex. Stat. 1890.

[7]) HERZBERG, P., Vergleichende Untersuchungen über landwirtschaftlich wichtige Flugbrandarten. Diss. Halle/Saale 1895.

[8]) APPEL, O., und GASSNER, G., Der derzeitige Stand unserer Kenntnisse von den Flugbrandarten des Getreides. Mitt. a. d. K. Biol. Anst. f. Land- und Forstw., III, 1907, 20 Seiten.

[9]) Siehe Anm. 5 S. 278.

nidien, die ohne Kopulation sofort zu Mycel auswachsen. Eine Keimlingsinfektion ist von Brefeld[1]) vergeblich versucht worden. Dagegen konnte er durch Übertragung von Brandsporen auf die Narben blühender Weizenpflanzen Samen erhalten, aus denen brandige Pflanzen hervorgingen. Die Art dieser Sameninfektion hat Lang[2]) eingehend untersucht. Die Keimschläuche benutzen beim Eindringen in den Fruchtknoten den Pollenschlauchkanal oder vorhandene Interzellularen, um im reifen Korn in einem Ruhezustand zu überwintern und erst bei dessen Keimung zu erwachen und mit dem Keimling hoch zu wachsen. Die infizierten Körner sind von den gesunden äußerlich nicht zu unterscheiden. Da die kranken Pflanzen ihre Halme früher reifen als die gesunden, ist zur Zeit von deren Blüte die Möglichkeit einer Verbreitung der Brandsporen durch den Wind gegeben. Wenn aber zu dieser Zeit starke Niederschläge fallen, werden viele Sporen zu Boden gespült und gehen dort zugrunde. Aber auch dadurch kann der Brandbefall in den einzelnen Jahrgängen beeinflußt werden, daß infolge besonderer Witterungsbedingungen ein rascher Entwicklungsgang des Fruchtknotens das Eindringen der Pilzfäden verhindert.

Der über die ganze Erde verbreitete Weizenflugbrand bewirkt im allgemeinen nicht erhebliche Verluste, da er gewöhnlich den Ertrag um nur etwa 2 % vermindert. Nur in seltenen Fällen sind Ertragsausfälle von 25 und mehr Prozent beobachtet worden. So kommt er nach Stevens (1921)[3]) in manchen Gegenden Nordamerikas häufiger vor als *Tilletia tritici.* Zur Bekämpfung hat sich die Beizung des Saatgutes mit heißem Wasser bewährt, welche indessen genau nach Vorschrift auszuführen ist (siehe den betreffenden Abschnitt des Buches), um Keimschädigungen zu vermeiden. Noch einfacher ist natürlich der Gebrauch von Saatgut, welches von einem unbedingt brandfreien Felde stammt.

Vom Weizenflugbrand ist der Gerstenflugbrand *Ustilago nuda* (Jens.) Kell. et Swingle (Loose-smut), wie schon erwähnt wurde, nur durch die Wuchsform der Keimschläuche zu unterscheiden. Das Krankheitsbild stimmt vollkommen mit dem bei jenem mitgeteilten überein, auch kommen in seltenen Fällen Brandlager auf dem obersten Blatt zur Entwicklung[2]). Er kommt auf *Hordeum distichum* L., *H. vulgare* L., *H. hexastichum* L. vor, und zwar häufiger auf Winter- als auf Sommergerste.

Auch die Sporenform und deren Keimung stimmt nach den bei *Ustilago tritici* genannten Autoren ganz und gar mit der dieser Brandart überein. Die Infektion zur Blütezeit erfolgt nach Brefeld[1]) und Hecke[4]) in der gleichen Weise und ist neuerdings von Lang[5]) eingehend untersucht worden. Nach ihm erfolgt die Ansteckung in der Mehrzahl der Fälle nicht durch die Narbe, sondern unten am Fruchtknoten. Nach Versuchen von Zimmermann[6]) vermag sich das Mycel im infizierten Samenkorn 5 Jahre lang entwicklungsfähig zu halten.

---

[1]) Siehe Anm. 5 S. 272. [2]) Siehe Anm. 2 S. 273.
[3]) Stevens, F. L., Diseases of economic plants. New York 1921.
[4]) Siehe Anm. 7 S. 272.
[5]) Lang, W., Zur Ansteckung der Gerste durch *Ustilago nuda* in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., XXXV, 1917, S. 4–20.
[6]) Zimmermann, H., Über die Lebensdauer des Gerstenflugbrandes, *Ustilago hordei,* in infiziertem Saatgut in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., XXI, 1911, S. 131—133, und XXIII, 1913, S. 257—260.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung des in Europa, Amerika, Afrika [1]) und Australien festgestellten Gerstenflugbrandes und die Bekämpfung ist dieselbe wie bei *Ustilago tritici.*

In der äußeren Erscheinung schließt sich den beiden genannten Flugbrandarten der Haferflugbrand *Ustilago avenae* (Pers.) Jens. (Loose-smut) an. Die Sporenlager werden unter Zerstörung des Fruchtknotens und der Spelzen in den Rispen, in seltenen Fällen im obersten Blatt [2]) gebildet. Bei deren Hervortreten beginnt der fertige Sporenstaub bereits durch die geborstene Kornschale auszustäuben, und zwar im Gegensatz zum Weizen- und Gerstenflugbrand vom Beginn der Blüte bis gegen die Reifezeit. Als Nährpflanzen sind bisher bekannt geworden: *Avena sativa* L., *A. orientalis* Schreb., *A. fatua* L.

Die schwarzbraune, lockere, leicht stäubende Sporenmasse besteht aus kugeligen oder etwas länglichen Sporen von 6 bis 11 μ Größe; ihre Membran ist hellbraun und mit sehr feinen Warzen bedeckt.

Die Sporen, welche, wie Versuche von v. Liebenberg (1879) [3]) ergaben, noch nach 7½ Jahren Keimkraft besitzen, sprossen nach Jensen [4]), Brefeld [5]), Herzberg [6]), Appel und Gassner [7]) sofort zu einem meist vierzelligen Keimschlauch aus, der seitlich wie endständig zahlreiche ovale bis eiförmige Konidien erzeugt, welche sich durch hefeartige Sprossung vermehren. Nach Rawitscher [8]) kopulieren sie vor dem Eindringen in die Wirtspflanze. Dieses geschieht im ersten Stadium der Keimung, wie schon Brefeld [5]) festgestellt hat, während eine



Fig. 49. Weizenflugbrand (*Ustilago tritici*), links eine nur teilweise befallene Ähre. (Nach Appel u. Gassner, Anm. 8 S. 279.)

[1]) Reichert, Die Pilzflora Ägyptens. Englers Bot. Jahrb. 1921, 56, S. 598 bis 727.

[2]) Siehe Anm. 2 S. 273.

[3]) Liebenberg, V., Über die Dauer der Keimkraft der Sporen einiger Brandpilze in Österr. landw. Wochenbl. 1879.

[4]) Siehe Anm. 1 S. 278.

[5]) Siehe Anm. 3 S. 271.

[6]) Siehe Anm. 7 S. 279.

[7]) Siehe Anm. 8 S. 279.

[8]) Siehe Anm. 3 S. 270.

Sameninfektion von ihm und anderen Autoren nicht erreicht werden konnte. Die Sporen werden durch den Wind zur Zeit der Blüte und später noch zwischen die Spelzen und das junge Korn geweht und keimen erst aus, wenn nach dessen Aussaat die günstigen Bedingungen hierfür gegeben sind, um alsdann den Keimling zu infizieren. Ist dieser bereits über 2 cm groß, so können Mycelfäden zwar noch eindringen, aber eine Erkrankung nicht mehr bewirken. Wenn die Haferpflanze infolge günstiger Witterung sehr rasch wächst, gelingt es dem Pilz nicht, ebenso rasch zu folgen, und es erkrankt daher nur der untere Teil der Rispe. Ein derartiger teilweiser Befall ist beim Haferflugbrand häufiger als bei anderen Brandpilzen und muß daher besonders erwähnt werden.



Fig. 50. Gerstenflugbrand (*Ustilago nuda*), die linke Ähre noch von einem feinen Häutchen bedeckt. (Nach Appel u. Gassner, Anm. 8 S. 279.)

Zur Bekämpfung des Haferflugbrandes hat sich am besten ein Beizen des Saatgutes mit Formaldehyd bewährt, da dieses leicht zwischen Spelzen und Korn einzudringen vermag und die Haferkörner gegen Kupfervitriol sehr empfindlich sind. Der durch diese Brandart hervorgerufene Schaden ist vielfach recht beträchtlich, da er des öfteren 30 %, manchmal sogar 60 % der Ernte vernichtet. Stevens[1]) stellte durch eine im Jahre 1908 in 18 Kreisen des Staates Nord-Karolina an insgesamt 95 000 Haferrispen vorgenommene Zählung fest, daß daselbst kein Haferfeld brandfrei war und der Schaden 18 %, ja selbst 24 % der Ernte betrug. Vielfach wird der Brandbefall unterschätzt, da die brandigen Pflanzen zum Teil im Wachstum zurückbleiben oder die Rispen teilweise in der Scheide stecken bleiben, so daß sie nicht ohne weiteres auffallen. Der Haferflugbrand ist bisher in Europa, Nordamerika, Asien, Afrika und Australien festgestellt worden.

Viel seltener wird auf *Avena sativa* L. und *A. orientalis* Schreb. der gedeckte Haferbrand *Ustilago levis* (Kellermann und Swingle) Magnus (Covered Smut) beobachtet. Die schwarzbraune Sporenmasse wird ebenfalls in den Rispen gebildet, bleibt jedoch als festes Korn zwischen den Spelzen, um erst zur Zeit der Samenreife allmählich auszustäuben bzw. durch Zerschlagen

[1]) Siehe Anm. 3 S. 280.

der Körner beim Drusch frei zu werden. Das Krankheitsbild erinnert an das, welches durch teilweisen Befall der Rispen mit Haferflugbrand hervorgerufen wird. Es tritt erst gegen die Erntezeit hin in Erscheinung.

Die etwas verklebten Sporen sind kugelig, selten länglich, von 5 bis 10 μ Durchmesser und von einer hellbraunen glatten Membran umhüllt.

Die Keimung der Sporen ist von KELLERMANN und SWINGLE [1]), HERZBEG [2]), APPEL und GASSNER [3]) untersucht worden. Es werden sofort Keimschläuche gebildet, die endständig und seitlich Konidien von eiförmiger Gestalt abschnüren, die wohl erst nach Kopulation das in den Keimling, und zwar meist am Keimknoten, eindringende Mycel erzeugen. Die Infektion erfolgt also genau so wie bei *Ustilago avenae:* die Sporen haften den Körnern äußerlich an und keimen nach deren Aussaat, um den Keimling zu infizieren. Die Bekämpfung ist demgemäß dieselbe wie beim Haferflugbrand. Da *Ustilago levis* sicherlich vielfach mit *Ustilago avenae* verwechselt worden ist, kann heute noch kein Urteil über ihre wirtschaftliche Bedeutung und Verbreitung gefällt werden. Bisher ist sie in Europa, Afrika und Nordamerika festgestellt worden. *Ustilago levis* unterscheidet sich also von *Ustilago avenae* nur durch die glatten Sporen und das erst zur Zeit der Samenreife erfolgende Ausstäuben derselben.



Fig. 51. Haferflugbrand (*Ustilago avenae*), links eine Rispe vollständig befallen.
(Nach APPEL u. GASSNER, Anm. 8 S. 279.)

Ähnlich diesem Brandpilz bleiben die schwarzbraunen Sporenlager des gedeckten Gerstenbrandes (Gerstenhartbrand), *Ustilago hordei* (Persoon) Kellermann und Swingle (Covered Smut), bis zur Samenreife von den Spelzen umschlossen. Sie werden in den Ähren kultivierter

[1]) Siehe Anm. 6 S. 279. [2]) Siehe Anm. 7 S. 279. [3]) Siehe Anm. 8 S. 279.

Gerstenarten wie *Hordeum distichum* L., *H. vulgare* L., *H. hexastichum* L. unter vollständiger Zerstörung aller Blütenteile gebildet. Nur die Grannen bleiben im obersten Teil unversehrt. Zur Blütezeit fallen die brandigen Ähren noch kaum auf. Erst einige Wochen später nehmen sie eine grauschwarze Färbung an, dadurch, daß der dunkle Brandstaub durch die als silbergraues Häutchen erhalten gebliebene Schale hindurchschimmert. Das Ährchen hat sich in ein dreizackiges Gebilde verwandelt, von welchem der Mittelteil dem Korn, die beiden seitlichen Zähne Seitenblüten entsprechen. Die Umhüllung bleibt bis auf einige kleinere Risse bis zur Ernte erhalten, so daß die Sporen erst beim Dreschen der Gerste richtig verstäuben. Dabei zeigen die Körner eine große Festigkeit, so daß der Name Hartbrand vollkommen gerechtfertigt ist. Hierdurch läßt sich *Ustilago hordei* auch dann schon sicher von *Ustilago nuda* unterscheiden, wenn deren Brandlager noch, wie es bei manchen Gerstensorten vorkommt, von einem feinen Häutchen bedeckt sind. Es lassen sich derartige Flugbrandähren leicht zwischen den Fingern zerdrücken, was bei Hartbrandähren nicht der Fall ist.



Fig. 52. Haferhartbrand (*Ustilago levis*), besonders am Grunde der Ährchen schimmern die Brandsporen dunkel durch. (Nach Appel u. Gassner, Anm. 8 S. 279.)

Auch die Sporen unterscheiden sich von denen des Gerstenflugbrandes. Sie sind etwas größer, nicht so gleichmäßig kugelig, von 6 bis 10 μ Durchmesser und leicht miteinander verklebt. Die hell- bis olivbraune Membran ist glatt. Auch die Sporenkeimung verläuft anders wie beim Gerstenflugbrand. Nach den Untersuchungen von Kellermann und Swingle[1]), Brefeld[2]), Herzberg[3]), Appel und Gassner[4]) bilden die Sporen in Wasser leicht Keimschläuche, die seitlich und endständig Konidien abschnüren. Diese erzeugen, wahrscheinlich nach Kopulation, das infizierende Mycel, welches am hervorbrechenden Keimling eindringt. Sameninfektion gelingt nicht. Schon bei einer Länge der Keimscheiden von 5 cm konnte Schellenberg[5]) eine Infektion nicht mehr hervorrufen. Die Bekämpfung muß sich also auf eine Abtötung bzw. Inaktivierung der dem Samenkorn anhaftenden Brandsporen erstrecken. Die Formalinbeize hat sich hierbei am besten bewährt.

[1]) Siehe Anm. 6 S. 279. [2]) Siehe Anm. 3 S. 271. [3]) Siehe Anm. 7 S. 279.
[4]) Siehe Anm. 8 S. 279. [5]) Siehe Anm. 2 S. 267.

Ustilago hordei ist über die ganze Erde verbreitet, scheint aber im allgemeinen bei einem Befall von 2 bis 5 % von nicht so großer wirtschaftlicher Bedeutung zu sein wie andere Brandarten. Da sie erst durch KELLERMANN und SWINGLE (1890)[1]) und *Ustilago nuda* erst durch JENSEN (1889)[2]) von der alten Sammelspezies *Ustilago carbo* D. C. abgetrennt wurden, steht noch nicht fest, welchen Anteil jede der beiden



Fig. 53. Gerstenhartbrand (*Ustilago hordei*). (Nach APPEL u. GASSNER, Anm. 8 S. 279.)

Brandarten an der Beschädigung der Gerste hat. Nach SCHELLENBERG[3]) ist *Ustilago nuda* in tieferen Lagen des Getreidebaues häufiger als *Ustilago hordei*, während dieser in Berglagen überwiegt.

Hier schließen sich die auf den verschiedenen Hirsearten vorkommenden Brandpilze an, welche auch unter sich nahe verwandt zu

[1]) Siehe Anm. 6 S. 279. [2]) Siehe Anm. 1 S. 278. [3]) Siehe Anm. 2 S. 267.

sein scheinen. In den Fruchtständen der Echten Hirse, *Panicum miliaceum* L. werden die schwarzbraunen Sporenlager von *Ustilago panici miliacei* (Persoon) Winter unter Zerstörung sämtlicher Blütenteile, auch der Spelzen, gebildet. Der Blütenstand entwickelt sich hierbei nicht zu einer ausgebreiteten Rispe, sondern wird in ein einziges festes kolbenähnliches Gebilde verwandelt, das zum Teil von einer weißlichen Hülle bedeckt und von der Scheide des jüngsten Blattes umschlossen ist. Das Innere des Kolbens wird von dem schwarzen Sporenstaub und den zurückgebliebenen Spindelresten erfüllt. Schließlich reißt die Hülle auf, und die Sporen stäuben rasch aus, so daß zur Fruchtreife der Pflanze die Sporenentleerung beendigt ist. Als Wirte sind die Echte Hirse (*Panicum miliaceum* L.), die Hühnerhirse (*Panicum crusgalli* L.), *Panicum spinescens* R. Br. und andere *Panicum*-Arten bekannt geworden. Auf *Panicum miliaceum* kommen in Südeuropa allerdings mehrere Brandarten vor, so *Ustilago Rabenhorstiana* (Kühn), die nicht nur die Rispe, sondern auch den Stengel unterhalb derselben zerstört, und *Ustilago digitariae* (Kuntze) Winter, die nur die Blüten befällt. Diese Arten, die auch auf anderen *Panicum*-Arten vorkommen, sind aber von geringer wirtschaftlicher Bedeutung.

Die Sporen von *Ustilago panici miliacei* sind kugelig, bisweilen etwas kantig, von 9 bis 14 μ Durchmesser; ihre Membran ist glatt und von schwarzbrauner Farbe. Sie bleiben jahrelang keimfähig.

Nach Brefeld[1]) und Wolff[2]) keimen sie leicht in Wasser und Nährlösung. Die Keimschläuche erzeugen reichlich Konidien oder wachsen unmittelbar zu Mycelfäden aus, die wieder Konidien erzeugen können. Auch die Konidien wachsen zu Mycelschläuchen aus, an welchen wiederum Konidien entstehen. Die Infektion der Wirtspflanze scheint nach Trzehebinski (1907)[3]) im Keimlingsstadium vor sich zu gehen und demgemäß eine Beizung des Saatgutes mit Formalin und Kupfervitriol erfolgreich zu sein. Hecke (1903)[4]) hat durch eine 1½%ige Formalinbeize nach der Linhardtschen Methode das Saatgut vollkommen desinfizieren können, ohne die Keimfähigkeit zu beeinträchtigen.

Der Pilz stiftet in den Kulturen der Rispenhirse oft erheblichen Schaden. Er ist bisher in Europa auf *Panicum miliaceum* und *P. crusgalli*, in Australien auf *P. spinescens* R. Br., dort als *Sorosporium panici-miliacei* (Pers.) Takahashi bezeichnet, festgestellt worden.

In den Fruchtknoten der Kolbenhirse-Arten werden die schwarzbraunen Sporenlager von *Ustilago Crameri* Körnike des Staubbrandes der Kolbenhirse gebildet, wobei meist alle Fruchtknoten unter Erhaltung der Spelzen und Rispenäste zerstört werden. Die erkrankten Samen sind rund und etwas größer als die gesunden. Sie lassen die Sporen kurz vor der Fruchtreife ausstäuben. Als Wirtspflanzen sind *Setaria italica* (L.) Pal., *S. viridis* (L.) Pal. und *S. ambigua* Guss. festgestellt worden.

Die Sporen sind kugelig oder etwas kantig, selten oval länglich, etwa 8 bis 12 μ im Durchmesser, mit dunkelbrauner glatter Membran versehen.

---

[1]) Siehe Anm. 1 S. 264.
[2]) Wolff, R., Der Brand des Getreides. Halle 1874. 37 Seiten, 5 Tafeln.
[3]) Trzebinski, I. N., Russ. Journ. Exped. Landw., VIII, 1907, S. 100.
[4]) Hecke, L., Beizversuche gegen Hirsebrand in Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, 1903, 13 Seiten.

Die Sporenkeimung erfolgt nach den Untersuchungen von TULASNE[1]), und BREFELD[2]) unter Bildung von Keimschläuchen, die sofort, ohne Konidien abzuschnüren, zu Mycelfäden auswachsen. Diese werden an der Luft dicker, und das Plasma wandert in die Spitze der Fäden. Die Infektion der Wirtspflanzen erfolgt nach HECKE[3]) im Keimlingsstadium durch Eindringen der Keimschläuche vornehmlich am Keimknoten.

Nach HECKE empfiehlt sich daher eine Bekämpfung mittels Beizen des Saatgutes in einer ½%igen Formalinlösung während 5 Minuten und Abschöpfen der obenauf schwimmenden Körner, hierauf Abspülen mit reinem Wasser und Trocknen. *Ustilago Crameri* ist in Europa und Nordamerika, wo Kolbenhirse angebaut wird, weit verbreitet und von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Sie richtet oft beträchtlichen Schaden an. So sind in Österreich-Ungarn bisweilen ein Drittel und mehr der Hirseernte von dem Pilz zerstört worden.

Auf der Mohrenhirse (*Sorghum*-Arten) kommen vornehmlich drei Brandpilze vor: *Ustilago sorghi* (Link.) Pass, *Ustilago cruenta* Kühn und *Ustilago Reiliana* Kühn, von welchen der erstgenannte der häufigste ist.

Ustilago sorghi (*Cintractia Sorghi vulgaris* [Tul.] Clint., *Sphacelotheca sorghi* [Lk.] Clint.) befällt nur die Blüten, deren Fruchtknoten zu langen, glatten, sack- oder hornähnlichen Gebilden auswachsen, die die umgebenden Spelzen weit überragen und von einer dicken braunen Haut umschlossen sind. Die Achsenteile der Rispen und die die Blüten tragenden Teile entwickeln sich dagegen normal. Es zeigt sich also im übrigen keine Verkümmerung oder Mißbildung der Rispe. Als Wirte sind *Sorghum vulgare* Pers. und dessen Varietäten, *S. saccharatum* Pers. und *S. halapense* Pers. auf Cuba[4]) festgestellt worden.

Die selten kugeligen, meist unregelmäßig rundlichen, olivbraunen Sporen messen 5,5 bis 7 μ im Durchmesser und sind von einer glatten Membran umschlossen. Die Sporen sind von LIEBENBERG[5]) noch nach 6½ Jahren keimfähig befunden worden.

Die Keimung erfolgt nach MC ALPINE[6]) u. a. in Wasser wie in Nährlösung sofort, wobei ein vierzelliger Mycelschlauch gebildet wird, der seitlich und endständig Konidien abschnürt. Die Infektion der Wirtspflanze geschieht nach BREFELD[7]) und MC ALPINE[6]) im ersten Keimlingsstadium.

Demgemäß hat eine Beizung des Saatgutes mit heißem Wasser, Formalin und Kupfervitriol Erfolg. Der Brandpilz tritt in allen hirsebauenden Ländern auf und ist daher in allen Erdteilen, in Amerika nur in den Vereinigten Staaten, festgestellt worden. Über die Höhe des durch ihn verursachten Schadens, der nach MC ALPINE 14% betragen kann, fehlen allgemeine Angaben.

Nahe verwandt mit ihr ist *Ustilago cruenta* Kühn auf *Sorghum vulgare* und *Sorghum saccharatum*, welche sämtliche Teile der Rispe befällt und besonders an den Blütenstielen in Form kleiner braunroter

[1]) Siehe Anm. 3 S. 272. [2]) Siehe Anm. 1 S. 264.
[3]) HECKE, L., Vorversuche zur Bekämpfung des Brandes der Kolbenhirse in Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österreich, 1902, 7 Seiten.
[4]) Siehe Anm. 4 S. 278. [5]) Siehe Anm. 3 S. 281.
[6]) Siehe Anm. 5 S. 278. [7]) Siehe Anm. 5 S. 272.

abgerundeter oder länglicher Auswüchse auftritt, die bisweilen zu größeren Geschwülsten zusammenfließen. Bei schwerem Befall werden die Rispenäste verkürzt und gedreht, so daß die Rispe stark verkümmert. Manchmal finden sich auch am Stengel unterhalb der Rispe krankhafte Anschwellungen. Die Fruchtknoten werden weniger angegriffen und wachsen, wenn sie befallen werden, zu langen hornähnlichen rotbraunen Brandkörnern aus.

Die gelbbraunen rundlichen oder länglichen, meist sehr unregelmäßig gestalteten Sporen haben einen Durchmesser von 6 bis 12 μ und sind von einer glatten Membran umhüllt. In Versuchen Brefelds keimten sie noch nach 3 Jahren in Wasser ohne Ausnahme. Die Keimung erfolgt nach Kühn[1]) und Brefeld[2]) sofort in Wasser, wobei die vier- bis fünfzelligen Keimschläuche unmittelbar zu Mycelfäden auswachsen. Nur ganz vereinzelt werden in Wasser, reichlich dagegen in Nährlösung Konidien gebildet. Die Infektion erfolgt nach Brefeld[3]) am jungen Keimling.

Es dürfte daher Beizung des Saatgutes mit Giftmitteln erfolgreich sein. Der Brandpilz ist in der Literatur nur aus Afrika angegeben[4]) und dürfte wie der vorhergehende vielfach schwere Ertragsausfälle hervorrufen.

Durch das Krankheitsbild und morphologische Merkmale unterschieden, aber sonst nahe verwandt mit ihm ist ein neuerdings von Bubák[5]) in Bulgarien aufgefundener und als *Ustilago Bulgarica Bubák n. sp.* benannter Brandpilz.

Hierher gehört endlich *Ustilago Reiliana* Kühn (*Sorosporium Reilianum* [Kühn] Mc Alp., *Cintractia Reiliana* [Kühn] Clint.) (Head smut). Deren schwarze Sporenlager werden entweder in den Blütenständen von *Sorghum vulgare L.* unter Verwandlung derselben in große Beulen oder aber in den weiblichen Blüten von *Zea mays* L. unter Zerstörung der Körner gebildet. Neuerdings (seit 1904)[6]) ist dieselbe auch auf *Sorghum halepense* (Pers.) in Oberitalien beobachtet worden, nachdem es bereits Kühn gelungen war, sie künstlich hierauf zu übertragen. Der Hauptwirt scheint, insbesondere in Afrika, *Sorghum vulgare* zu sein, während er auf *Zea mays* nicht so häufig beobachtet wird.

Die unregelmäßig rundlichen, seltener kantigen oder kurz ellipsoiden Sporen haben einen Durchmesser von 9 bis 14 μ und weisen eine braune, mit zahlreichen Stacheln versehene Membran auf. Brefeld konnte sie noch nach 7 bis 8jähriger Aufbewahrung zwar nicht mehr in Wasser, dagegen in Nährlösung zur Keimung bringen.

In Wasser keimen die Sporen nach Brefeld[2]) und Mc Alpine[7]) vereinzelt mit meist vierzelligem Keimschlauch sofort aus und erzeugen eiförmige Konidien. In Nährlösung erfolgt das Auskeimen nach Brefeld viel leichter. Dieser hat wohl an den Keimschlauchzellen Schnallenfusionen, nicht aber an den Konidien Kopulationen gesehen. Die Ko-

---

[1]) Kühn, J., Hamburger Garten- u. Blumen-Ztg., Bd. 28, S. 177, und Mitt. d. Ver. f. Erdk., 1877, S. 85.

[2]) Siehe Anm. 1 S. 264. [3]) Siehe Anm. 3 S. 271.

[4]) Morstatt, H., Die Schädlinge und Krankheiten der Sorghumhirse in Ostafrika in Arb. d. Biol. Reichsanstalt f. Land- u. Forstw., X, 1920, S. 264-266.

[5]) Bubák, Fr., Eine neue Ustilaginee der Mohrenhirse in Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österreich, 1910, S. 53—56.

[6]) Munearti, O., La Sphacelotheca Reiliana (Kühn) nel Sorghum halepense Pers. — Le Staz. sper. agr. ital., XLIII, 1910, S. 718-722, 2 Abb.

[7]) Siehe Anm. 5 S. 278.

nidien bleiben nach BREFELD ebenso wie die von *Ustilago cruenta* trocken aufbewahrt mehrere Monate keimfähig. Die Infektionsweise ist noch nicht nicht bekannt.

Nach MC ALPINE haben Beizversuche des Saatgutes mit Formalin und heißem Wasser keine befriedigenden Ergebnisse gebracht. Vielleicht liegt hier Sameninfektion vor und ist die Heißwasserbeize noch nicht hinlänglich versucht.

Ustilago Reiliana ist heute in allen Erdteilen festgestellt. Von Europa wurde sie nach Amerika und von dort nach Australien eingeschleppt. In Afrika wurde sie zuerst 1868 in Ägypten entdeckt und ist heute zum Beispiel in Ostafrika nach BUSSE[1]) die häufigste und schädlichste Brandart auf Sorghumhirse. Es ist daher dringend erwünscht, daß die Biologie und Bekämpfung dieses Brandpilzes eingehend erforscht wird. Die „Milo“-Varietät der Sorghumhirse ist nach MC ALPINE[2]) und STEVENS[3]) immun für *Ustilago Reiliana*.

Auf den verschiedensten Teilen der Maispflanze, *Zea mays* L., meist am Halm, an den Blattrippen und an den Blütenständen werden die schwarzbraunen Sporenlager von *Ustilago zeae* (Beckmann) Unger (*Ustilago maydis [D. C.]* Tul.), (Corn smut) gebildet, indem die erkrankten Teile beulenartig anschwellen und knollenförmige Gebilde von mehreren Zentimentern Durchmesser hervorbringen. Nach CLINTON[4]) kommt dieser Brandpilz in Amerika auch auf der wild wachsenden *Euchlaena luxurians* Dur. et Ashers. vor. Die Brandbeulen sind zunächst von einer weißgrauen glänzenden Oberhaut bedeckt, welche schließlich unregelmäßig aufreißt und das Sporenpulver verstäuben läßt. Wenn der Pilz den Kolben befällt, werden immer nur einzelne Körner ergriffen, die stark anschwellen und eine unregelmäßig kugelige Gestalt erhalten. Nach der Spitze zu wird hierbei der Kolben stärker befallen als nach dem Grunde. In den Brandbeulen ist nach MC ALPINE[2]) dasselbe Alkaloid (Ergotin) wie im Mutterkon (*Claviceps purpurea*) enthalten, und der Extrakt wird daher zu demselben Zweck benutzt.

Die kugeligen, selten schwach oval geformten Sporen haben einen Durchmesser von 8 bis 12 μ und sind von einer gelbbraunen, dicht mit feinen Stacheln besetzten Membran umgeben. Sie sind zunächst etwas klebrig, um erst bei der Reife als trockener schwarzer Staub durch den Wind überallhin verbreitet zu werden. Bei trockener Aufbewahrung bleiben sie nach BREFELD[5]) viele Jahre hindurch keimfähig, allerdings nur in Nährlösung.

Die Sporenkeimung wurde von KÜHN[6]), WOLFF[7]), BREFELD[5]) u. a. untersucht. Die Sporen keimen nicht immer unmittelbar in Wasser sofort, sicher dagegen im nächsten Frühjahr, in Nährlösung aber jederzeit mit einem meist vierzelligen Keimschlauch, welcher seitlich und endständig reichlich ovale Konidien erzeugt. In Kulturen vermehren sich diese durch hefeartige Sprossung. An der Berührungsstelle mit der Luft entstehen kürzere Konidien (Luftkonidien), die sich leicht loslösen und vom Winde weggetragen werden. Die Konidien sprossen ohne vorhergehende Kopulation zu Mycelfäden aus, welche an jeder beliebigen noch wachstumsfähigen Stelle in die Wirtspflanze eindringen

[1]) BUSSE, W., Untersuchungen über die Krankheiten der Sorghumhirse in Arb. a. d. biol. Abt. f. Land- u. Forstw. a. K. Gesundheitsamt, XVII, 1905, S. 319—426.
[2]) Siehe Anm. 5 S. 278. [3]) Siehe Anm. 3 S. 280.
[4]) Siehe Anm. 4 S. 278. [5]) Siehe Anm. 1 S. 264.
[6]) Siehe Anm. 2 S. 271. [7]) Siehe Anm. 2 S. 286.

können, wie BREFELD[1]) gezeigt hat. So können sogar junge Wurzeln infiziert werden. In ausgewachsene Gewebe kann dagegen das Mycel nicht eindringen. In der Pflanze selbst wächst das Mycel meist interzellulär, nur einzelne Fäden dringen in die Zelle ein. Vom Eindringen des Pilzes bis zur Entstehung der Brandbeule an der betreffenden Stelle vergehen etwa drei Wochen. Die einzelnen Brandbeulen zeigen eine gekammerte Struktur. Das in ihnen verlaufende Mycel wird völlig zur Sporenbildung aufgebraucht. Nach dem Ausstäuben der Brandsporen schrumpft das hypertrophische Gewebe zu einer formlosen Masse zusammen. Vor der Bildung der Brandsporen erfolgt nach RAWITSCHER[2]) im Innern des Wirtes eine Fusion von zwei Nachbarzellen, indem die Querwand aufgelöst wird. Im Gegensatz zu den meisten anderen Brandpilzen bleibt beim Maisbrand die Verbreitung des Mycels auf den Ort des Eindringens beschränkt (Lokalinfektion), so daß die Bildung der gallenartigen Brandbeulen als eine Schutzmaßnahme der Pflanze angesehen werden kann. WERTH[3]) hat durch Versuche festgestellt, daß entgegen der in der Literatur verbreiteten Ansicht[4/5]) keine ursächlichen Beziehungen zwischen dem Befall mit *Ustilago zeae* und der Entstehung zwittriger Blütenstände beim Mais bestehen.

Die Bekämpfung des Maisbrandes kann nicht einfach durch Saatgutbeize erfolgen. Denn wenn auch wohl die Verschleppung durch am Saatgut anhaftende Brandsporen erfolgen kann, so ist andererseits auf Feldern, auf welchen bereits Maisbrand vorhanden war, im nächsten Jahr ein Auskeimen der auf der Erde überwinterten Brandsporen und Verstäubung der Luftkonidien durch den Wind zu befürchten, und schließlich können die Brandsporen wohl während der ganzen Vegetationszeit aus benachbarten verseuchten Feldern auf brandfreie durch den Wind übertragen werden, auf noch wachstumsfähigen Teilen der Maispflanze auskeimen und sie infizieren. Die Frage, welche dieser drei Ansteckungsquellen praktisch am meisten in Betracht kommt, scheint noch nicht hinreichend geklärt zu sein. Die Beobachtung, daß der Maisbrand auf frisch mit Mist gedüngten Feldern und andererseits bei engem Stand der Pflanzen bzw. feuchter Witterung besonders stark auftritt, dürfte vornehmlich für die zweite und dritte Annahme sprechen. Neben einer Saatgutbeizung mit Giftmitteln und Fruchtwechsel kommen daher vor allem noch folgende Schutzmaßregeln in Frage: 1. Sobald man (bei über 1 m Größe) die ersten Anzeichen der Krankheit auf dem Felde wahrnimmt, entferne und verbrenne man, wenn möglich, die brandigen Teile vor dem Ausstäuben der Sporen. 2. Für Anbau von Mais bestimmte Felder dürfen nicht mit frischem Stalldünger versehen werden, da hierdurch die Vermehrung der Konidien gefördert wird. 3. Abfälle von brandigen Maispflanzen dürfen nicht auf den Dünger-

---

1) Siehe Anm. 3 S. 271. 2) Siehe Anm. 3 S. 270.

3) WERTH, E., Versuche über den Einfluß des Maisbrandes auf die Blüten- und Fruchtbildung des Maises in Ber. üb. d. Tätigk. d. K. Biol. Anst. f. Land- und Forstw., Heft 14, 1913, S. 12—13, und Heft 18, 1919, S. 15.

4) CHIFFLOT, J., Sur la castration thelygène chez Zea Mays L. var., tunicata, produite par l'Ustilago Maydis D.C. (Corda). C. R. Acad. Sc. Paris 1909, 148, p. 426.

5) ILTIS, H., Über einige bei Zea Mays L. beobachtete Atavismen, ihre Verursachungen durch den Maisbrand, Ustilago Maydis D.C. (Corda), und über die Stellung der Gattung Zea im System in Zeitschr. f. indukt. Abstam. u. Vererb. 1911, 5, S. 38 ff.

oder Komposthaufen gelangen, sondern müssen verbrannt werden. Die Frage, inwieweit die Maisbrandsporen beim Passieren des Magen-Darm-Kanals der Wiederkäuer keimfähig bleiben, und inwieweit daher durch Mist der mit brandigem Mais gefütterten Tiere eine Verschleppung der Krankheit erfolgen kann, ist noch nicht genügend geklärt; dagegen scheint der Genuß der Brandbeulen dem Vieh nichts zu schaden, ja nach STEVENS[1]) sollen dieselben sogar eßbar und wohlschmeckend sein. Ein Bespritzen der Maispflanzen mit Kupferkalkbrühe zur Zeit der Sporenreife vermindert den Brandbefall, ist aber zu teuer und praktisch meist nicht durchführbar.

Ustilago zeae tritt zuweilen nur an einzelnen Pflanzen (2—3 %) auf, manchmal findet sie sich aber auch auf 30 % der Pflanzen und richtet dann schweren Schaden an. Sie ist wie ihr Wirt in Amerika heimisch und wird dort nach STEVENS[1]) erstmals 1754 in der Literatur erwähnt. Heute ist sie auch in Europa überall, wo Mais in größerem Maßstabe angebaut wird, zu finden.

MAGNUS[2]) hat die Angaben über ihre Ausbreitung in Europa zusammengestellt. Danach wird sie 1815 bereits in Frankreich, 1829 in Österreich, 1833 in Deutschland, in Mitteldeutschland erst 1875 erwähnt. In Australien ist sie nach MC ALPINE noch nicht festgestellt worden, dagegen findet sich dort auf Mais, wie bereits erwähnt, *Ustilago Reiliana.*

Über eine andere den Mais schädigende Brandart berichtet ERIKSON[3]). Diese Brandart, *Ustilago Fischeri*, befällt die Kolbenspindel und veranlaßt dadurch das Verkümmern vieler Körner. Sie ist in Italien beobachtet worden, scheint indessen bisher nicht näher studiert zu sein.

In den Stengeln kultivierter und wildwachsender *Saccharum*-Arten werden die Brandlager von *Ustilago sacchari Rabenhorst* gebildet und die Enden der Stengel dadurch in lange peitschenförmige Organe umgewandelt. Die kugeligen Sporen haben einen Durchmesser von 8 μ und sind von einer gelblichbraunen glatten Membran umgeben. In Nährlösung keimen sie mit einem mehrzelligen Keimschlauch aus, der Konidien hervorbringt. Die Infektion erfolgt an jungen Pflanzen. Der Pilz soll bei epidemischem Auftreten großen Schaden hervorrufen. Der Brandpilz scheint bisher hauptsächlich in Asien gefunden worden zu sein[4]).

Einige *Ustilaginaceen*, die auf wichtigen Futtergräsern vorkommen, sollen hier nur kurz erwähnt werden, zumal die Biologie der meisten noch nicht hinreichend erforscht ist und eine Bekämpfung praktisch kaum in Frage kommt.

Ustilago bromivora (Tul.) Fischer v. Waldheim bildet ihre Sporenlager in den Fruchtknoten von *Bromus*-Arten und ist bisher in allen Erdteilen gefunden worden. Nach ROSTRUP[5]) kann sie 70—80 %

---

[1]) Siehe Anm. 3 S. 280.

[2]) MAGNUS, P., Seit wann ist der Maisbrand in Mitteldeutschland? in Deutsch. bot. Monatsschr., 1895, 13, S. 49—53.

[3]) ERIKSON, Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen (übersetzt von A. GREVILLIUS). Leipzig 1913.

[4]) WAKKER EN WENT, De ziekten van het Suikerriet, S. 24.

[5]) ROSTRUP, S., und KÖLPIN RAVN, Oversigt over Landbrugsplanternes Sygdomme i 1911 in 14. Ber. fra de samv. danske Landbof. plant. Forsögsvirksomhed (Saertryk af Tidsskrift for Landbr. planteavl. 19. Bind. Kopenhagen 1912).



Fig. 54.

1—6 Maisbrand (*Ustilago zeae*). *1* Brandbeulen am Blatt, *1a* an der Rispe, *2* am Kolben, *3* keimende Spore, *4* Spore in Nährlösung mit Sproßkonidien, *5* sporenbildender Mycelfaden, *6* Mycel in den Zellen. *7—8* Brand der Rispenhirse (*U. panicimiliacei*), *9* Gerstenhartbrand (*U. hordei*), *9a* keimende Spore, *10* Gerstenflugbrand (*U. nuda*), *10a* keimende Spore, *11* Haferflugbrand (*U. avenae*), *11a* keimende Spore. (*1, 2, 5, 7, 9, 10* und *11* nach Sorauer, *4, 10a* und *11a* nach Brefeld, *3, 6,* und *8* nach Delacroix, *9a* nach Rostrup.)

Befall hervorrufen und läßt sich durch Beizen des Saatgutes mit Kupfervitriol bekämpfen.

Ustilago perennans Rostrup findet sich in den Ähren von *Arrhenatherum elatius* (L.) M. und K. Ihr Mycel perenniert im Wurzelstock der ausdauernden Wirtspflanze, so daß diese alljährlich wieder befallen wird. Mc ALPINE[1]) hält sie für identisch mit *Ustilago avenae*, mit der sie morphologisch und in der Art der Sporenkeimung weitgehend übereinstimmt. Nach ROSTRUP[2]) kann sie 50% Befall hervorrufen. Sie ist bisher in Europa, Asien und Australien aufgefunden worden.

Ustilago striiformis (Westendorp) Niesel bildet ihre Sporenlager in Längsstreifen in den Blättern und Halmen verschiedener Gräser aus (*Phleum*, *Agrostis*-, *Poa*-, *Elymus*-, *Bromus*-, *Dactylis*-, *Festuca*-, *Lolium*-Arten) und verringert dadurch bisweilen die Heumenge ganz erheblich. Nach STEVENS[3]) kann sie z. B. auf Agrostis in einem Befall von 50% vorkommen. Sie wird nach diesem Forscher durch Sameninfektion übertragen und läßt sich daher durch Beize des Saatgutes mit 52° Celsius heißem Wasser während 15 Minuten, nach Vorquellen in kaltem Wasser während 6 Stunden bekämpfen. *Ustilago striiformis* ist bisher in Europa, Nordamerika und Australien festgestellt worden.

Ustilago Shiraiana Hem. befällt nach STEVENS[3]) in Amerika die noch von den Blattscheiden bedeckten Zweige zweier *Bambus*-Arten. Als Folge davon entstehen oft Hexenbesen. Zur Bekämpfung sollen die kranken Pflanzen verbrannt werden. Nähere Angaben fehlen.

Von den *Tilletiaceen*, ja wohl von sämtlichen Brandpilzen kommt dem Weizensteinbrand (Stink- oder Schmierbrand), *Tilletia tritici* (Bjerkander) Winter (Bunt- oder Stinking smut) die größte Bedeutung für die Volkswirtschaft zu. Die Sporenlager werden in den Fruchtknoten aller kultivierten Arten der Gattung *Triticum*, so *Triticum vulgare* Vill., *T. spelta* L., *T. durum* L., *T. turgidum* L., *T. monococcum* L., gelegentlich auch von *Secale*- und *Hordeum*-Arten gebildet. Zunächst unterscheiden sich die befallenen Weizenpflanzen nicht merklich von den gesunden. Erst wenn die Ähre aus den Blattscheiden herausgetreten ist, zeigen die erkrankten infolge des Anschwellens des Brandkornes ein etwas stärkeres Spreizen der Spelzen und bleiben beim Reifen etwas länger grün und kleiner als die gesunden. Kurzähriger Dickkopf-Weizen wird durch Brandbefall nach APPEL langährig. Die Spelzen bleiben etwas kürzer als in den gesunden Ähren. Die ganze Pflanze bleibt etwas kleiner als die gesunde, bei STRUBBES Dickkopf-Weizen nach Versuchen von LANG um ein volles Drittel. Gegen die Reife hin wird die schwarze Brandmasse allmählich durch die Fruchtwand hindurch sichtbar. Schon die noch grünen Brandähren weisen einen widerlichen an Heringslacke (Trimethylamin) erinnernden charakteristischen Geruch auf (daher Stinkbrand). Die Brandmasse klebt vor völliger Reife und bei Befeuchtung zusammen (daher Schmierbrand). Sie bleibt bis zur Ernte von den Resten der Fruchtwand des befallenen Weizenkornes fest umschlossen, so daß sie schließlich ein hartes Korn bildet (daher Steinbrand).

Die Sporen sind kugelig, selten an den Randpartien der Brandkörner oval oder etwas kantig, manchmal noch von Resten der sporenbildenden Hyphe umhüllt. Im allgemeinen werden sämtliche im Brand-

[1]) Siehe Anm. 5 S. 278. [2]) Siehe Anm. 5 S. 291.
[3]) Siehe Anm. 3 S. 280.

korn vorhandenen Hyphen zur Sporenbildung aufgebraucht. Der Durchmesser der Sporen beträgt 16 bis 22 μ. Ihre gelbbraune Membran zeigt Netzleisten, die zu regelmäßigen fünf- oder sechseckigen Maschen von 4 bis 6 μ Durchmesser verbunden sind. Die Leisten selbst ragen etwa 1 μ empor. Die Sporen bleiben bei trockener Aufbewahrung jahrelang keimfähig.

Die Sporenkeimung ist zuerst von PRÉVOST[1]) beobachtet und späterhin von TULASNE[2]) und KÜHN[3]), BREFELD[4]), MC ALPINE[5]), von TUBEUF[6]) und RAWITSCHER[7]) genauer untersucht worden. Sie erfolgt in Wasser (Temperaturoptimum 16 bis 18° Celsius) nach 2 bis 3 Tagen, bei längerer Austrocknung der Sporen nach längerer Frist. Es wird ein Keimschlauch mit zahlreichen Querwänden gebildet, der unter Entleerung der rückwärtigen Partien so lange wächst, bis seine Spitze die Wasseroberfläche erreicht, wo sich alsdann ein Kranz von Konidien (Kranzkörperchen), meist acht an der Zahl, entwickelt. Bei Sporenkeimung auf dem Wasser, auf feuchter Erde oder auf Tonschalen (also normalerweise) unterbleibt die Septenbildung. Der Keimschlauch bleibt dann kurz und bildet sofort Konidien. Über die Kernverhältnisse wurde schon im Allgemeinen Teil Näheres gesagt, im übrigen muß auf die eingehende Arbeit RAWITSCHERS[7]) hierüber verwiesen werden. Die Konidien kopulieren paarweise, fallen dann ab und



Fig. 55. Weizensteinbrand (*Tilletia tritici*).
1. Kranke Ähre. *2.* Gesunde Ähre. *3.* Brandkörner. *4.* Gesunde Körner. *5.* Körner von *Tilletia tritici*. *6.* Sporen von *T. foetens*. *7.* In Wasser gekeimte Brandsporen. *8.* In Erde gekeimte Brandspore mit Kranzkörperchen. (*5—8* stark vergrößert.)
(Aus dem Flugblatt Nr. 26 der Biologischen Reichsanstalt.)

---

¹) Siehe Anm. 3 S. 276. ²) Siehe Anm. 3 S. 272.
³) Siehe Anm. 2 S. 271. ⁴) Siehe Anm. 1 S. 264.
⁵) Siehe Anm. 5 S. 278.
⁶) TUBEUF, C. v., Studien über die Brandkrankheiten des Getreides in Arb. a. d. Biol. Abt. d. K. Gesundheitsamtes, II, 1902, S. 179—389.
⁷) Siehe Anm. 3 S. 270.

wachsen alsdann zu dünnem Mycel aus. Dieses entwickelt sich auf günstigem Nährboden üppig und erzeugt seitlich kürzere sichelförmige Sekundärkonidien, die wiederum zu Mycel auswachsen und von BREFELD für sehr wichtig bei der Verbreitung des Steinbrandes gehalten wurden. v. TUBEUF hat indessen nachgewiesen, daß sie, wie das Mycel überhaupt, sich auf dem Dünger nicht längere Zeit lebensfähig erhalten können. Wie bereits erwähnt, gelang es BREFELD unter günstigen Umständen das Mycel bis zur Sporenbildung zu züchten. Die Infektion erfolgt nach den Feststellungen von PRÉVOST[1]), KÜHN[2]) u. a. am Keimling. Die beim Dreschen ausstäubenden Brandsporen gelangen auf gesunde Weizenkörner, haften in deren Haarschopf (in den „Weizenbärten") und kommen so aufs Feld, um gleichzeitig mit dem Saatkorn zu keimen, da für beide dasselbe Temperaturminimum besteht. Entwickelt sich der Keimling langsam, also bei kaltem Wetter, so ist er längere Zeit für Befall zugänglich als bei rascher Entwicklung (bei warmem Wetter). Deshalb wird durch frühe Aussaat beim Wintergetreide, durch späte Aussaat beim Sommergetreide der Brandbefall im allgemeinen herabgesetzt. Im einzelnen sei auf die Versuche HECKES[3]) u. a. verwiesen. Sobald das erste grüne Blatt hervorgetreten ist, ist der Keimling immun geworden. Unter gewissen Umständen kann auch, wie etwa beim Haferflugbrand, die Getreidepflanze rascher wachsen als das in ihrem Innern befindliche Pilzmycel, so daß die Ähre ganz oder teilweise gesund bleibt.

Über die Bekämpfung des Weizensteinbrandes ist eine außerordentlich umfangreiche Literatur entstanden, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Diese Frage ist heute vollständig gelöst, so daß selbst der kleine Landwirt sich mit wenig Mühe und geringen Kosten vor diesem Schädling sichern kann. Da, wie wir sahen, die Steinbrandsporen äußerlich am Saatgut anhaften, können sie durch eine Beizung desselben mit Giftmitteln (Formaldehyd, Germisan, Uspulun oder Weizenfusariol) leicht keimungsfähig gemacht werden. Ein vorheriges Waschen des Saatgutes mit Wasser und Abschöpfen der leichten obenauf schwimmenden Brandkörner (Brandbutten) sichert den Erfolg der Beizung. Im einzelnen sei auf den fünften Abschnitt dieses Buches verwiesen. In den letzten Jahrzehnten haben KIRCHNER[4]), HECKE[3]) und insbesondere v. TUBEUF[5]) festgestellt, daß es brandempfindliche und brandfeste, d. h. sehr wenig empfängliche Weizensorten gibt, und daß diese bei mehrmaligem Anbau ihre Disposition behalten, wobei allerdings der quantitative Brandbefall unter dem Wechsel der äußeren Verhältnisse schwanken kann. v. TUBEUF[5]) ist es neuerdings gelungen, einen brandfesten Landweizen zu züchten, und er weist in der zitierten Veröffentlichung, welche einen Überblick über den heutigen Stand dieser Frage bietet, mit Recht darauf hin, daß deren weitere Bearbeitung für die Bekämpfung des Weizensteinbrandes außerordentlich wichtig ist.

---

[1]) Siehe Anm. 3 S. 276. [2]) Siehe Anm. 2 S. 271.

[3]) HECKE, L., Einfluß von Sorte und Temperatur auf den Steinbrandbefall in Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, 1909, S. 49.

[4]) KIRCHNER, O. v., Über die verschiedene Empfänglichkeit der Weizensorten für die Steinbrandkrankheit in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., XXIV, 1916, S. 17—25 und andere Arbeiten.

[5]) TUBEUF, C. v., Züchtung brandfester Weizen in Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landw., XVIII, 1920, S. 290—311.

Der Schaden, den der Weizensteinbrand hervorruft, erstreckt sich häufig auf die Zerstörung von 20 %, bisweilen sogar von 60 und mehr Prozent des Körnerertrages. Im Allgemeinen Teil wurde bereits hervorgehoben, daß zudem das von brandverseuchten Feldern gewonnene Mehl durch den Geruch und die dunkle Färbung an Wert verliert, daß aber andererseits, wie durch zahlreiche Versuche festgestellt wurde, der Genuß brandsporenhaltigen Mehles bzw. Futters für den Menschen bzw. die Haustiere keine nachteiligen Folgen zeitigt. Für die Vereinigten Staaten von Nordamerika gibt STEVENS[1]) den durch *Tilletia tritici* verursachten jährlichen Körnerverlust auf 25 Millionen Bushel (625 Millionen Kilogramm) an. Hinzu kommt der Verlust, der durch die häufige Explosion von Dreschmaschinen beim Dreschen stark brandhaltigen Weizens infolge der leichten Brennbarkeit der Brandsporen entsteht und von dem genannten Autor auf eine halbe Million Dollar im Jahr geschätzt wird. Eine Methode zur Saatgutuntersuchung auf Brand ist neuerdings von O. BECK[2]) ausgearbeitet worden.

Tilletia tritici ist bisher in allen Erdteilen mit Ausnahme von Asien festgestellt worden.

Ausser durch *Tilletia tritici* wird der Weizensteinbrand auch durch die nahe verwandte *Tilletia foetens* (Berkeley et Curtis) Tulasne (*T. laevis* Kühn) hervorgerufen. Sie stimmt mit jener in allen Stücken überein bis auf die Sporenmembran, die glatt ist. Die Bekämpfung ist daher dieselbe. Sie ist bisher in allen Erdteilen mit Ausnahme von Afrika und Asien festgestellt worden, ohne daß indessen bekannt wäre, wie sie sich bezüglich ihrer Verbreitung gegenüber *Tilletia tritici* verhält. Nach SCHELLENBERG[3]) soll sie in den südlichen Weizenbaugebieten häufiger vorkommen als jene.

Hier schließt sich die auf dem Kulturreis, *Oryza sativa* L., vorkommende *Tilletia horrida* Tak. an. Die Sporenlager werden, ähnlich wie bei *Tilletia tritici*, in den Fruchtknoten der Wirtspflanze gebildet. Die rundlichen Sporen haben nach CLINTON[4]) einen Durchmesser von 22 bis 33 μ. Die Sporenkeimung wurde von TAKHASHI[5]) angegeben. Da mir indessen diese Veröffentlichung, wie auch die übrigen bei CLINTON genannten Arbeiten über diesen Brandpilz nicht zugänglich waren, vermag ich nähere Angaben nicht zu machen. *Tilletia horrida* wurde nach STEVENS[1]) im Jahre 1898 erstmals in Südkarolina aufgefunden und vertilgt. 1903 wurde sie in Louisiana festgestellt. Sie scheint aber auch in Japan selbst vorzukommen.

Die Infektion erfolgt im Keimlingsstadium. Zur Bekämpfung empfiehlt STEVENS[1]) daher die Beizung des Saatgutes mit Formalin.

Von der Gattung *Urocystis* haben zwei Arten als Schädlinge von Kulturpflanzen volkswirtschaftliche Bedeutung. Der Roggenstengelbrand, *Urocystis occulta* (Wallroth) Rabenhorst bildet seine schwarzbraunen Sporenlager in Längsstreifen von 1 bis 1,5 mm Breite in den Blättern, Blattscheiden, Halmen und Spelzen von *Secale cereale* L. und *S. montanum* L. aus. MC ALPINE[6]) nennt als Wirte in Australien außerdem *Lolium perenne L.* und *Poa caespitosa* Forst. Die Brandlager erreichen bisweilen über zwei Drittel der Blattlänge. Sie

---

[1]) Siehe Anm. 3 S. 280. [2]) Siehe Anm. 5 S. 266.
[3]) Siehe Anm. 2 S. 267. [4]) Siehe Anm. 4 S. 278.
[5]) TAKAHASHI, Y., On Ustilago virens Cooke and a New Species of Tilletia parasitic on Rice Plants in Tok. Bot. Mag., X, 1896, S. 16—20 ill.
[6]) Siehe Anm. 5 S. 278.

werden im Grundparenchym unter der Epidermis gebildet und erscheinen zunächst als etwas hervortretende bleigraue Streifen. Zuletzt platzt die Epidermis in unregelmäßigen Längsrissen auf, und das Sporenpulver verstäubt. Besonders an Halmteilen können auch mehrere Brandlager zu einem breiten Band verschmelzen. Die erkrankten Halme sind mehr oder weniger verbildet und im Wachstum gehemmt. Gewöhnlich gelangen keine Ähren zur Ausbildung, oder sie sind leer.

Die Sporen sind, wie bei allen *Urocystis*-Arten, zu mehreren, in diesem Falle zu zweien, selten zu dreien in kugeligen bis ovalen Ballen vereinigt, die außer diesen fertilen Sporen am Rande vereinzelt lufthaltige Nebensporen enthalten. Die Sporenballen erreichen eine Größe von 15 bis 25 μ. Die Sporen selbst sind kugelig, an den Berührungsflächen abgekantet, von 14 bis 19 μ Durchmesser und mit einer hellbraunen, glatten Membran umgeben. Die Nebensporen sind abgeflacht, von 4 bis 8 μ Durchmesser und weisen ebenfalls eine glatte hellbraune Membran auf.

Die Keimung der Sporen wurde von Kühn[1]), Wolff[2]) und Brefeld[3]) untersucht. Die Sporen keimen sofort unter Bildung eines langen, meist gegliederten Keimschlauches, an dessen Ende sich Mycelfäden entwickeln, die anscheinend paarweise kopulieren. Konidien wurden nicht beobachtet. Die Infektion der Wirtspflanze findet nach Wolff[2]) und Hecke[4]) sowohl am Keimling wie an jungen Seitentrieben älterer Pflanzen statt. Das Mycel dringt durch die Spaltöffnungen ein und wächst bis zur Vegetationsspitze der einzelnen Blätter vor. An den befallenen Trieben sind darum meist sämtliche Blätter, vielfach aber auch Halmteile und selbst Spelzen mit Brandlagern bedeckt.

Urocystis occulta tritt sehr ungleichmäßig auf. In vielen Anbaugebieten des Roggens ist sie überhaupt nicht bekannt, in anderen ruft sie schwere Schädigungen hervor. So sind in Dänemark im Jahre 1911 vielfach Felder beobachtet worden, auf welchen 20 bis 40 % der Pflanzen angegriffen waren. In Rußland bewirkte sie 1909 einen Ernteausfall bis zu 15 %. Nach der eingehenden Untersuchung von Kölpin Ravn[5]) verminderte sie in Dänemark bei durchschnittlich 16 % Befall die Ernte durchschnittlich um 3 bis 4 Doppelzentner Körner und etwa 4 bis 5 Doppelzentner Stroh pro Hektar. Am stärksten trat sie bei früher Aussaat auf. Nach Stevens[6]) verursachte sie in dem nordamerikanischen Staat Minesota einen Ertragsausfall von 25 bis 40 %, in Australien von bisweilen 60 %. Nach Versuchen von Kölpin Ravn[5]) sowie Müller und Molz[7/8]) läßt sich indessen die Krankheit leicht durch Beizung des Saatgutes mit Kupfervitriol, Formalin oder auch mit heißem Wasser usw. bekämpfen.

---

[1]) Siehe Anm. 2 S. 271. [2]) Siehe Anm. 2 S. 286.

[3]) Siehe Anm. 3 S. 271. [4]) Siehe Anm. 5 S. 271.

[5]) Kölpin Ravn, F., Forsäg med Midler mod Rugens Staengelbrand. 16. Ber. fra de samv. danske Landbof. plant. Forsögsv. in Saertr. af Tidsskr. for Landbr. Plant, XIX, Kopenhagen 1912.

[6]) Siehe Anm. 3 S. 280.

[7]) Müller und Molz, Versuche zur Bekämpfung des Roggenstengelbrandes (*Urocystis occulta* [Wallr.] Rabenh.) in Deutsch. landw. Presse, 1914, 5 Seiten.

[8]) Müller und Molz, Neue Versuche zur Bekämpfung des Roggenstengelbrandes. Ebenda 1922, S. 491.

Urocystis occulta ist bisher in Europa, Amerika und Australien festgestellt worden.

In seltenen Fällen soll sie nach ERIKSON[1]) auch auf Weizen übergehen. Nach MC ALPINE[2]) scheint indessen in Australien eine besondere *Urocystis tritici* Koernicke, die er eingehend beschreibt, vorzukommen.

In den Blättern und jungen Zwiebeln von *Allium cepa* L. werden die breiten Sporenlager von *Urocystis cepulae* Frost unter der Epidermis ausgebildet; nach CLINTON[3]) auch in denen von *Allium Nevadense.* Das ganze Parenchym wird hierbei zerstört. Die Sporenlager erreichen oft eine Länge von mehreren Zentimetern, meist sind sie kürzer, 1 bis 2 cm lang und unregelmäßig geformt. Die Sporen schimmern zunächst bleigrau durch die Epidermis hindurch, bis sie schließlich durch Aufreißen derselben ausstäuben. Die Sporenballen sind rundlich bis elliptisch, von 17 bis 25 μ Durchmesser und enthalten eine, selten zwei Sporen, umgeben von einer Schicht von Nebensporen. Die Sporen sind kugelig, seltener oval, von 12 bis 16 μ Durchmesser und von einer rötlichbraunen glatten Membran umhüllt. Sie sollen 25 Jahre keimfähig bleiben.

Die Sporen keimem nach THAXTER[4]) unmittelbar. Die Keimschläuche erzeugen Verzweigungen, die sofort zu Mycelfäden auswachsen.

Die Infektion erfolgt nach STEVENS[5]) an den Blattscheiden der jungen Keimlinge. Steckzwiebeln sind immun, ebenso Saatzwiebeln, sobald sie 7 bis 8 cm Höhe erreicht haben, selbst wenn die Zwiebeln in infiziertem Boden wachsen. Eine Übertragung durch das Saatgut ist nach STEVENS[5]) nicht oder kaum zu befürchten. Der Befall der jungen Pflänzchen erfolgt vielmehr von verseuchter Erde aus. Nach THAXTER[4]) scheint auch ein Käfer („flea-beetle“) bei der Übertragung eine Rolle zu spielen. *Urocystis cepulae* scheint nur dort verheerend aufzutreten, wo die Zwiebeln in verseuchtes Land nicht gesteckt, sondern gesät werden. Da dies aber bei der Großkultur allgemein der Fall ist, ist der durch sie bewirkte Schaden vielfach sehr erheblich und kann so weit gehen, daß die Zwiebelkultur auf dem betreffenden Gelände unrentabel wird. Denn die befallenen Pflanzen werden meist derartig geschwächt, daß sie vertrocknen bzw. verfaulen. Bei trockenem Wetter soll hierbei nach STEVENS die Krankheit verheerender auftreten als bei feuchtem, weil dann die Pflanzen ohnehin geschwächt sind. Nach Beobachtungen in Deutschland wird die Ernte bisweilen um 60 und mehr Prozent vermindert. Während daselbst vom Morgen durchschnittlich 75 Doppelzentner geerntet werden, sinkt der Ertrag bei starkem Befall auf 30 Doppelzentner.

Zur Bekämpfung empfiehlt sich daher vor allem sorgfältiges Sammeln und Verbrennen aller erkrankten Pflanzen, ehe die Brandsporen ausstäuben und in den Boden gelangen. Weiterhin dürfen auf verseuchtem Gelände mehrere Jahre Zwiebeln nicht gesät werden, da die Sporen sich dort viele Jahre lang lebend erhalten. Ein Aussäen der Zwiebeln in unverseuchtes Land und Verpflanzen derselben in, wenn auch verseuchten Boden verhindert, wie wir sahen, die Krankheit.

---

[1]) Siehe Anm. 3 S. 291. [2]) Siehe Anm. 5 S. 378.

[3]) Siehe Anm. 4 S. 378.

[4]) THAXTER, R., The „Smut“ of Onions (*Urocystis cepulae*, Frost) and *Urocystis hypoxidis* Thaxt. in Ann. Rep. Conn. Agr. Exp. Sta., 1889, p. 129.

[5]) Siehe Anm. 3 S. 280.

Diese Methode ist aber im Großbetriebe, wo die Zwiebelsamen ins freie Land gedrillt werden, nicht anwendbar. Hierfür empfiehlt STONE[1]) das Einstreuen von 112 kg Schwefel und 56 kg Ätzkalkpulver je Hektar in die Drillreihen. Auch gemahlener Kalk hat sich bewährt. Die günstigsten Ergebnisse brachte das Eindrillen einer Formalinlösung (400 g auf 100 l Wasser) gleichzeitig mit dem Zwiebelsamen. Es ist hierzu die Anbringung eines besonderen Behälters an der Sämaschine erforderlich. Für 360 m Drillreihe werden 4 l Flüssigkeit verbraucht.

Urocystis cepulae ist in den Vereinigten Staaten von Nordamerika seit etwa 1860 (Connecticut) bekannt und begann in den 70er Jahren ernsten Schaden hervorzurufen[2]). In Europa wurde sie (wahrscheinlich erst aus Amerika eingeschleppt) zuerst 1879 von CORNU[3]) in Frankreich festgestellt. In Deutschland soll sie in der Provinz Sachsen bereits schon seit den 70er Jahren auftreten. Es scheint dies aber nicht wahrscheinlich zu sein, da sie in den maßgebenden Herbarien selbst zu Anfang dieses Jahrhunderts aus Deutschland noch nicht vertreten ist und in den von der K. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zusammengestellten Berichten über Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen zum ersten Male für das Jahr 1909 aus Ostpreußen und der Provinz Sachsen, für das Jahr 1912 auch aus Braunschweig erwähnt wird.

Die Frage, inwieweit *Urocystis cepulae* mit den anderen auf Liliaceen vorkommenden Urocystis-Arten (*Urocystis colchici* [Schlechtendahl] Rabenhorst; *Ur. ornithogali* Koernicke; *Ur. allii* [Belham] Schellenberg; *Ur. magica* Passerini und *Ur. gladioli* W. G. Smith) verwandt, ja vielleicht identisch ist, bedarf noch der Klärung. Erst nach deren Lösung wird man entscheiden können, ob die Annahme mancher Forscher, daß *Urocystis cepulae* erst von einer Wildpflanze auf die Küchenzwiebel übergangen sei, richtig ist. Bisher ist *Ur. cepulae* demnach nur in Nordamerika und Europa festgestellt worden.

Es wären noch zwei auf Kulturpflanzen vorkommende *Urocystis*-Arten zu erwähnen, welche allerdings volkswirtschaftlich kaum Bedeutung haben, nämlich die mit *Urocystis occulta* nahe verwandte *Urocystis agropyri* (Preuß) Schroeter, welche streifenförmige Sporenlager in den Blättern, seltener Halmen und Spelzen zahlreicher Gräser der Gattungen *Agropyrum*, *Lolium*, *Arrhenatherum*, *Avena*, *Trisetum*, *Calamagrostis*, *Alopecurus*, *Festuca*, *Poa*, *Bromus*, *Briza*, *Elymus* hervorruft und *Urocystis violae* (Sowerby) Fischer v. Waldheim, welche ihre Sporenlager in schwielenförmigen Anschwellungen an den Stengeln und Blättern von *Viola*-Arten, insbesondere der kultivierten *Viola odorata* L. bildet. Bei der erstgenannten Art dürfte es sich sicher um eine Sammelspezies handeln, was durch vergleichende Infektionsversuche zu entscheiden wäre.

Dieser kurze Überblick über die volkswirtschaftlich wichtigen Brandpilze zeigt, dass nur wenige derselben vollkommen erforscht

[1]) STONE, G., The control of onion smut in Mas. Agr. Exp. Sta. Amherst Sire. Nr. 21, 1900. 2 Seiten, 2 Fig.

[2]) FARLOW, W. G., Onion smut, Ann. Rep. Sec. Mass. St. Bd. Agr. 24, S. 164 bis 176, 1877, ill.

[3]) CORNU, M., Le charbon de l'Oignon ordinaire (Allium Cepa) maladie nouvelle originaire d'Amérique, causée par une Ustilaginée (*Urocystis cepulae*) in Compt. rend. 89, 1879, S. 51.

Bisher ermittelte Wirtspflanzen	Brandart	Ort der Sporenlager	Sporen	
			Gestalt und Größe	Farbe und Beschaffenheit der Membran
1	2	3	4	5
Weizen: Triticum vulgare Vill. „ spelta L. „ durum L. „ turgidum L. „ monococcum L. gelegentlich Secale- und Hordeum-Arten.	Tilletia tritici (Steinbrand des Weizens)	Fruchtknoten	kugelig, 16-22 μ	gelbbraun, mit Netzleisten bedeckt
Triticum-Arten wie oben	Tilletia foetens (Steinbrand des Weizens)	Fruchtknoten	kugelig, 16-22 μ	hellgelb, glatt
Triticum-Arten wie oben	Ustilago Tritici (Flugbrand des Weizens)	Ähre	kugelig, 5-9 μ	hellbraun, fein bewarzt
Gerste: Hordeum distichum L. „ vulgare L. „ hexastichum L.	Ustilago hordei (Hartbrand der Gerste)	Ähre	kugelig, 6-10 μ	hellbraun, glatt
Hordeum-Arten wie oben	Ustilago nuda	Ähre	kugelig, 5-9 μ	hellbr., schwach bewarzt
Hafer: Avena sativa L. „ orientalis Schreb.	Ustilago levis (Hartbrand des Hafers)	Rispe	kugelig, 5-10 μ	hellbraun, glatt
wie oben und Avena fatua L.	Ustilago avenae (Flugbrand des Hafers)	Rispe	kugelig, 6-11 μ	hellbraun, fein bewarzt
Roggen: Secale cereale L. „ montanum L. Lolium perenne L. } in Poa caespitosa L. } Australien	Urocystis occulta (Roggenstengelbrand)	Blätter, Blattscheiden, Halme und Spelzen	kugelig, abgekantet, 14-19 μ	hellbraun glatt
Mais: Zea mays L. Euchlaena luxurians	Ustilago zeae (Beulenbrand des Maises)	Alle noch wachstumsfähigen Pflanzenteile: Halme, Blattrippen, Blütenstände, Wurzeln	kugelig, 8-12 μ	gelbbraun, fein bewarzt
Hirse: Echte (Rispen-) Hirse Panicum miliaceum L. Hühnerhirse Panicum crusgalli L. „ spinescens R. Br.	Ustilago panici miliacei (Brand der Rispenhirse)	Fruchtstand	kugelig, 9-14 μ	schwarzbraun, glatt
Kolben-Hirse: Setaria italica (L.) Pal. „ viridis (L.) Pal. „ ambigua Guss.	Ustilago Crameri (Staubbrand der Kolben-Hirse)	Fruchtknoten	kugelig bis kantig, 8-12 μ	dunkelbraun, glatt
Mohren-Hirse: Sorghum vulgare Pers. und Varietäten Sorghum saccharat. Pers. „ halepense Pers.	Ustilago sorghii (Brand der Mohren-Hirse)	Blüte	unregelmäßig rundlich, 5,5-7 μ	olivbraun, glatt
Sorghum vulgare Pers. „ saccharat. Pers.	Ustilago cruenta	Ganze Rispe, meist mit Ausnahme des Fruchtknotens	unregelmäßig rundlich bis länglich, 6-12 μ	gelbbraun, glatt
Sorghum vulgare Pers. „ halepense Pers. Zea mays L.	Ustilago Reiliana	Blütenstand, beim Mais nur weibliche Blüte	unregelmäßig rundlich, 9-14 μ	braun, bewarzt

Sporen: Zeit des Stäubens	Sporen: Art der Keimung	Art der Infektion	Bekämpfung	Bisher festgestellte Verbreitung: Europa	Nordamerika	Südamerika	Afrika	Asien	Australien
6	7	8	9	10					
nach der Samenreife (beim Drusch)	meist einzelliger Keimschlauch mit endständigen Konidien (Kranzkörperchen)	Keimlingsinfektion	Samenbeize mit Giftmitteln: Weizenfusariol, Germisan, Formaldehyd 0,1 %, Uspulun, Fungolit, Kalimat, Präparat 23-Halle	+	+	+	+	·	+
nach der Samenreife (beim Drusch)	meist einzelliger Keimschlauch mit endständigen Konidien (Kranzkörperchen)	Keimlingsinfektion	wie oben	+	+	+	·	·	+
zur Blütezeit	Keimschlauch wächst ohne Konidienbildung zu Myzel aus	Sameninfektion	Samenbeize mit heißem Wasser	+	+	?	+	+	+
nach der Samenreife (beim Drusch)	meist vierzelliger Keimschlauch mit seitlichen und endständigen Konidien	Keimlingsinfektion	Samenbeize mit Formaldehyd	+	+	+	+	+	+
zur Blütezeit	Keimschlauch wächst ohne Konidienbildung zu Myzel aus	Sameninfektion	Samenbeize mit heißem Wasser	+	+	+	+	·	+
zur Zeit der Samenreife (beim Drusch)	Keimschlauch erzeugt Konidien	Keimlingsinfektion	Samenbeize mit Giftmitteln: Formaldehyd 0,1 %, Sublimatform, Germisan, Fungolit, Kalimat	+	+	·	+	·	·
zur Blütezeit	meist vierzelliger Keimschlauch mit seitlichen und endständigen Konidien	Keimlingsinfektion	Samenbeize mit Formaldehyd	+	+	?	+	+	+
während des Sommers	langer, meist ungegliederter Keimschlauch mit endständigen Myzelfäden statt Konidien	Keimlings- und Triebinfektion	Samenbeize mit Formaldehyd	+	+	+	·	·	+
während des Sommers	meist vierzelliger Keimschlauch mit seitlichen und endständigen Konidien	Triebinfektion (Lokalinfektion)	Fruchtwechsel, Vermeidung frischen Stalldungs und zu engen Standes der Pflanzen, wenn möglich, Entfernen u. Verbrennen der Brandbeulen vor dem Aufbrechen	+	+	+	·	·	·
vor der Fruchtreife	Keimschlauch erzeugt Konidien oder Myzelfäden, die wieder Konidien hervorbringen	Keimlingsinfektion (?)	Samenbeize mit Formaldehyd	+	·	·	·	·	+
kurz vor der Fruchtreife	Keimschlauch wächst ohne Konidienbildung zu Myzel aus.	Keimlingsinfektion	Samenbeize mit Formaldehyd	+	+	·	·	·	·
bei der Fruchtreife (?)	vierzelliger Keimschlauch mit seitlichen und endständigen Konidien	Keimlingsinfektion	Samenbeize mit Formaldehyd oder Kupfervitriol	+	+	?	+	+	+
bei der Fruchtreife (?)	vier- bis fünfzelliger Keimschlauch wächst direkt zu Myzel aus; bildet nur selten Konidien	Keimlingsinfektion (?)	Samenbeize mit Giftmitteln (?)	·	·	·	+	·	·
?	meist vierzelliger Keimschlauch mit Konidien	?	?	+	+	+	+	+	+

sind. Der Umstand, daß zum Beispiel die wichtigsten Getreidebrandarten noch bis Ende des vorigen Jahrhunderts für eine einzige Spezies (*Ustilaga carbo* DC.) gehalten wurden und so die einzelnen Forscher, je nachdem sie mit der einen oder der anderen Art dieser Sammelspezies arbeiteten, zu ganz verschiedenen Ergebnissen gelangten, hat die Klärung der Biologie, wenigstens bei diesen Arten, außerordentlich erschwert. Andererseits sind wir freilich in der Bekämpfung kaum einer anderen Pilzgruppe heute ebensoweit wie gerade bei den Brandpilzen, deren Mehrzahl sich durch die einfache Methode der Saatgutbeizung sicher bekämpfen läßt.

Die vorstehende Tabelle soll eine rasche Bestimmung der volkswirtschaftlich wichtigen Brandpilze ermöglichen und einen Überblick über die Biologie und Bekämpfung geben.

Nachtrag zu den Hypodermataceae I, S. 335.

Für den „Schüttepilz der Kiefer" ist eine wesentliche Verbesserung erschienen, die uns den Parasiten nicht bloß in seinem gewöhnlichen Lebensgang, sondern auch noch in seiner Wirkung auf die jungen Kiefern auf das ausführlichste darstellt. Die Arbeit wurde von HAACK [1]) in Eberswalde nicht bloß nach forstlichen Gesichtspunkten, sondern auch nach der biologischen Seite hin gemacht und bringt eine solche Menge von Notizen, daß ich darauf noch speziell eingehen werde.

Das *Loptodermium pinastri* wuchs bei einer Temperatur von + 1° langsam, etwa 0,3 mm, während bei 19° eine Schnelligkeit von 3,3 mm erreicht wird. Bis 30° ging das Wachstum noch vorwärts, während bei 35° kein Wachstum mehr beobachtet wurde. Es wurden die Pykniden verhältnismäßig früh beobachtet, vom 28. bis zum 102. Tage, während die Apothecien erst am 60. Tage, meist aber viel später zur Beobachtung kamen. Für die Anlage von Apothecien ist es ausschlaggebend, wie das Wasser zugeführt wird. Während im Raume mit feuchter Luft keine Apothecien auftraten, wurden sie in den Nadeln, welche durch erneute Durchtränkung mit frisch zugeführtem tropfbaren Wasser feucht gehalten wurden, schnell und üppig gebildet.

Aus biologischen Beobachtungen folgert HAACK dann weiter, daß die Schütte auf Altholz und auf Kulturnadeln ein und dieselbe Art ist, obwohl man früher nach MAYRS Beobachtungen zwei Arten des Schüttepilzes annahm. Über die Reifezeit stellte er in Gegensatz zu v. TUBEUF folgendes fest. Die Nadeln, welche die infektionsfähige Schütte bilden, kommen im Frühjahr an den Bäumchen vor und haben Mitte Juli bis September ihre Reifezeit. Deshalb schützt man am besten durch Spritzen die Kulturen von Mitte Juli bis Mitte August, da die Infektion niemals vor etwa Mitte Juli stattfindet. Daß die gesunden Nadeln der jungen Pflanzen von der Schütte ergriffen werden, stellte HAACK außerdem fest, so daß also die Schütte eine „Kinderkrankheit" ist, wie die alten Praktiker schon früher betonten.

Man nahm früher an, daß der Schüttepilz im zweiten Jahre einer besonders gefährdeten Rasse angehört, die besonders geeignet sei. die jungen Kiefern anzugreifen. Das ist aber nicht der Fall, sondern die Schütte verbreitet sich in enormer Weise und greift die Kulturen im zweiten Jahre sowie auch in der Folge durch die Vermehrungsfähigkeit des Pilzes an. Es werden von einer einzigen Nadel etwa 100 bis 400000 Sporen gebildet, so daß also von einer Kiefer ein ganzer Kamp besät werden kann.

Außer den angeführten Tatsachen sind außerdem noch eine Menge in der Arbeit, daß wir von ihnen als speziell das Forstfach betreffend absehen; aber es wäre gut, wenn von der wichtigen Arbeit eine kurze Zusammenfassung gegeben würde, welche die Wichtigkeit der Arbeit

[1]) Der Schüttepilz der Kiefer in Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, XLIII, 1911, S. 329, 402, 481.

zeigt. Ich lasse dabei die praktischen Folgerungen aus und beschränke mich mehr auf die wissenschaftlichen Ergebnisse. — Die Infektion erfolgt nur durch die Schlauchsporen, in erheblichem Umfange nur von Mitte Juli bis Ende September. Die Sporen werden auf Altholz wie auf Kulturnadeln gebildet. Die stärkste Sporenentwicklung, der die Höhe der Infektionsgefahr entspricht, findet auf Kulturflächen, die schwächste in gemischten Beständen mit lebhafter Zersetzung der Bodenstreu statt. Die Infektion ist ihrer Art nach entweder eine Ferninfektion (gleichmäßige Infektion über weite Flächen hin durch längere Zeit in der Luft schwebende Sporen) oder eine Nahinfektion (lokale Ansteckung in unmittelbarer Nähe Sporen verbreitender Nadeln, gegenseitige Ansteckung in sehr dicht stehenden Kulturen). Zur Vermeidung der Infektionsgefahr müssen Saatkämpe entfernt von schüttenden Kulturflächen (und Dickungen) an der Infektion möglichst wenig ausgesetzten Örtlichkeiten liegen. Die zur Pflanzenerziehung geeigneten Örtlichkeiten muß die Bearbeitung ergeben; diejenigen Reviere, die keine gesunden Pflanzen haben, müssen solche von außerhalb beziehen. Es muß mit allen Mitteln angestrebt werden, die Kulturen schnell und geschlossen aus dem gefährdeten Alter zu bringen. Die Bekämpfung durch das Spritzen ist alle Jahre, wenn auch nicht immer in gleichem Maße, nötig. Die passendste Zeit für den Beginn ist mit Jahren und Örtlichkeiten etwas, um wenige Wochen, verschieden. Es muß gespritzt werden, wenn die ersten Apothecien sich auf den Kulturen zu öffnen beginnen. Wo Schütte beobachtet ist, spritze man schon die jungen Kulturen, und man führe den Kampf, wenn nicht alles gespritzt werden kann, an den am meisten gefährdeten Stellen, aber dort mit doppelter Sorgfalt.

Register.

I. Namen- und Sachverzeichnis.

II. Verzeichnis der Abbildungen.

Druckfehler.

Band II.

S. 52 Zeile 22 von unten fluorescens statt fluorescons.
S. 60 Zeile 2 von oben Nun statt Nur.
S. 63 Zeile 17 von unten Stift statt Stiet.
S. 63 Zeile 4 von unten fast statt fest.
S. 88 Zeile 14 von oben Imago statt Imgo.
S. 88 Zeile 21 von oben gallenartig statt gallerartig.
S. 90 Zeile 4 von oben Winterlager statt Winterleyer.
S. 91 Zeile 15 von oben stets statt stetz.
S. 101 Zeile 4 von oben wäßriger statt wäßrigem.
S. 103 Zeile 2 von oben dem statt den.
S. 104 Zeile 7 von oben das statt daß.
S. 114 Zeile 7 von oben Eine statt Ein.
S. 116 Zeile 18 von oben Fig. 3 statt Fig. 4.
S. 117 Zeile 5 von unten aus statt sus.
S. 121 Zeile 28 von oben von Kristallen statt sind Kristalle.
S. 130 Zeile 7 von oben Sporen statt Spuren.
S. 169 Zeile 13 von unten mit statt durch.
S. 175 Zeile 4 von oben Antheridienanlagen statt Anteridienanlagen.
S. 176 Zeile 21 von oben fungiciden statt funcigiden.
S. 188 Zeile 23 von oben erythroseptica statt erythoseptica.
S. 191 Zeile 19 von oben cartorum statt caetorum.
S. 241 Zeile 5 von unten Sträucher statt Blätter.
S. 325 Zeile 2 von oben schiebe ein: sie dieselben völlig.
S. 339 Zeile 6 von unten campestre statt campetsre.
S. 359 Zeile 11 von oben verbrannt statt verbrennt.
S. 359 Zeile 3 von unten mußten statt müßten.
S. 361 Zeile 21 von oben die statt drei.
S. 372 Zeile 17 von unten Dunggruben statt Dunstgräben.

Band III.

S. 10 bei der Figurenerklärung schreibe:
10. Melampsorella caryophyllacearum statt Melampsora.
12. Calyptospora Goeppertiana statt Pucciniastrum.
S. 23 P. pupleuri falcati ist P. bupleuri falcati.
S. 24 P. betonicae ist P. betonica.
S. 57 bei Fig. 30 lies: Melamporella statt Melampsora.

Preisberechnung auf der nächsten Seite!